

Белорусский национальный технический университет
Факультет горного дела и инженерной экологии
Кафедра «Инженерная экология»

Электронный учебно-методический комплекс
по учебной дисциплине

«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА»

для специальности
6-05-0311-02 «Экономика и управление»

*Составители: Цыганова А.А., Хрипович А.А., Веремейчик Л.А., Морзак Г.И.,
Кляусова Ю.В., Сидорская Н.В., Зеленуха Е.В., Благовещенская Т.С.,
Скуратович И.В., Мартынюк С.С.*

Минск БНТУ 2025

Перечень материалов

1. Теоретический раздел: конспект лекций.
2. Практический раздел: практические работы и лабораторные занятия.
3. Раздел контроля знаний: перечень вопросов для проверки теоретических знаний.

Пояснительная записка

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» предназначен для студентов для направления специальности: 6-05-0311-02 «Экономика и управление».

Комплекс подготовлен в соответствии с требованиями Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 № 167.

Целью ЭУМК «Безопасность жизнедеятельности человека» является предоставление студентам систематизированных материалов, изучение которых способствует формированию у обучаемых знаний, умений и профессиональных навыков в области безопасности жизнедеятельности.

Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательным стандартам, структуре и тематике учебной программы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для указанной специальности. Главные задачи ЭУМК: помощь студентам в организации самостоятельной работы, повышение качества подготовки специалистов и усиление практико-ориентированности учебного процесса по дисциплине.

ЭУМК состоит из следующих разделов:

Теоретический. Включает материал для теоретического изучения учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека», который наряду с конспектом лекций, может быть использован для самостоятельной подготовки студентов к контрольным заданиям и зачету.

Практический. В практический раздел включены материалы для проведения практических работ и лабораторных занятий.

Раздел контроля знаний представлен в виде вопросов для проверки теоретических знаний.

Материалы учебно-методического комплекса представлены в формате pdf. Предусматривается навигация по разделам, обеспечивающая возможность быстрого поиска требуемой информации. Открытие ЭУМК производится посредством запуска файла Waste.pdf.

Запуск программы может быть осуществлен непосредственно с компакт-диска, без предварительной инсталляции.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ	8
ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	8
1. Теоретические основы Безопасности жизнедеятельности человека	8
1.1 Цели, задачи и структура учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека»	8
1.2 Место и роль учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» в системе мер по обеспечению безопасности.....	10
1.3 Источники угроз для личности, общества и государства, изложенные в концепции национальной безопасности.....	11
1.4 Безопасность – базовый фактор устойчивого развития человеческого общества.....	14
1.5 Основные понятия теории безопасности	16
1.6 Чрезвычайные ситуации и их классификация	22
1.7 Опасности для человека, объектов и природной среды в Республике Беларусь	28
2. Краткая характеристика чрезвычайных ситуаций	34
2.1 Природные чрезвычайные ситуации	34
2.2 Биолого-социальные чрезвычайные ситуации	37
2.3 Техногенные чрезвычайные ситуации	54
2.4 Чрезвычайные ситуации экологического характера.....	70
3. Предупреждение чрезвычайных ситуаций и защита населения в них.....	91
3.1 Планирование видов деятельности для решения проблем безопасности. Стратегия и общая характеристика мер по снижению рисков чрезвычайных ситуаций. Планирование мероприятий при угрозе и/или на случай возникновения чрезвычайных ситуаций. Механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации	91
3.2 Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций: величины социального, экономического, экологического рисков и ущербов. Методики оценки социального риска. Управление рисками.....	97
3.3 Предупреждение чрезвычайных ситуаций. Основные направления деятельности органов государственного управления, организаций всех форм собственности и населения по предупреждению чрезвычайных ситуаций	116

3.4 Оповещение населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций. Меры безопасности при проведении массовых общественных мероприятий	122
3.5 Прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Мониторинг потенциально опасных объектов экономики, медицинский мониторинг и мониторинг окружающей среды. Уровни и виды мониторинга. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.....	126
3.6 Обеспечение безопасности объектов экономики и природной среды. Стратегия устойчивого развития экономики. воздействие чрезвычайных ситуаций на экономику	138
3.7 Сущность понятия «Экологическая безопасность». Критерии экологической безопасности. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Экологический мониторинг, аудит и экологическая экспертиза	146
4. Действия органов управления, сил государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, и населения в чрезвычайных ситуациях	150
4.1 Основные мероприятия и способы защиты населения. Организация и проведение эвакуации	150
4.2 Защитные сооружения ГО и средства индивидуальной защиты, порядок их использования	151
4.3 Рекомендуемые правила поведения и способы обеспечения безопасности людей и объектов в природных, техногенных, экологических, биолого-социальных ЧС, а также в условиях терроризма	156
4.4 Рекомендуемые правила поведения людей и особенности оказания первой медицинской помощи пострадавшим в ЧС.....	160
4.5 Опасности и чрезвычайные ситуации, возникающие (возникшие) при угрозе, ведении военных действий или вследствие этих действий. Краткая характеристика ядерного, химического и биологического оружия и возможные последствия их применения. Современные обычные средства поражения и возможные последствия их применения	162
4.6 Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС)	174
4.7 Гражданская оборона, ее структура и основные задачи.....	180
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	188
5. Физическая природа радиоактивности и источники радиационной опасности	188

5.1 Общие сведения об атоме и атомном ядре. Явление радиоактивности	188
5.2 Закон радиоактивного распада	189
5.3 Активность и единицы её измерения.....	191
5.4 Виды ионизирующих излучений и их основные свойства.....	192
5.5 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.....	197
5.6 Естественные источники радиоактивных излучений	199
5.7 Искусственные источники ионизирующих излучений.....	203
5.8 Единицы измерения и дозы. Допустимые дозы	206
5.9 Дозиметрия. Методы обнаружения и регистрации ионизирующих излучений, основные типы детекторов.	209
6. Биологическое действие ионизирующих излучений и принципы радиационной безопасности	215
6.1 Этапы воздействия ионизирующих излучений на биологическую ткань	215
6.2 Радиочувствительность органов и систем при внешнем и внутреннем облучении	220
6.3 Детерминированные и стохастические эффекты. Радиационные синдромы. Острая и хроническая лучевая болезнь.....	223
6.4 Основные принципы и нормы радиационной безопасности.....	226
7. Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС и мероприятия по защите населения от ионизирующего излучения	238
7.1 Атомная энергетика, как источник радиационной опасности. Принцип работы основных типов ядерных реакторов	238
7.2 Причины, приведшие к аварии на Чернобыльской АЭС. Развитие и ликвидация аварии.....	245
7.3 Этапы развития радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь. Основные радионуклиды, выпавшие на территорию республики после катастрофы на Чернобыльской АЭС, их характеристика, последствия воздействия на организм человека, животный и растительный мир. Особенности миграции радионуклидов в окружающей среде.....	248
7.4 Социально-экономические последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Республики Беларусь. Медицинские последствия для здоровья населения.....	262
7.5 Биологические и экологические аспекты последствий радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь.....	269
7.6 Организация и проведение эвакуации и отселения	272
7.7 Медицинская помощь пострадавшим.....	274

7.8 Мероприятия, обеспечивающие безопасное проживание населения на радиоактивно загрязненной территории	279
7.9 Защитные мероприятия в агропромышленном комплексе после Чернобыльской аварии	280
7.10 Способы защиты от ионизирующих излучений (ИИ)	281
ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ.....	290
8. Роль экологии в системе безопасной жизнедеятельности человека.....	290
8.1 Этапы исторического развития экологии, как науки. Особенности современного этапа развития экологии. Предмет изучения экологии	290
8.2 Основные понятия: экологическая система, биота, биогеоценоз, биосфера	293
8.3 Границы биосферы, ее состав и основные функции	294
8.4 Классификация экологических факторов	297
8.5 Природные ресурсы и их классификации (экологическая, экономическая и рыночная)	300
8.6 Критерии качества окружающей среды. Предельно допустимая концентрация вещества (ПДК)	303
8.7 Основные составляющие биосферы и их загрязнители.....	308
8.8 Основные техногенные источники выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.) в атмосферу земли. Суть «парникового эффекта». Прямое и опосредованное воздействие глобального потепления на здоровье людей	313
8.9 Основные причины уменьшения общего количества молекул озона в стратосфере. Техногенные источники химических соединений, разрушающих озоновый слой. Состояние озонового слоя на нынешнем этапе и последствия его разрушения для здоровья людей	315
8.10 Природные и антропогенные источники загрязнения тропосферы.....	316
8.11 Основные глобальные экологические проблемы и состояние природной среды Беларуси.....	317
8.12 Загрязнение атмосферы.....	319
8.13 Загрязнение гидросферы	324
8.14 Правовое регулирование хозяйственной деятельности в природопользовании.....	325
8.15 Система экологического законодательства Республики Беларусь..	326
8.16 Понятие организационно-правовых механизмов охраны окружающей среды	328
РАЗДЕЛ II ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	345
Практическая работа № 1 Первая помощь при чрезвычайных ситуациях.....	345

Практическая работа № 2 Средства индивидуальной и коллективной защиты.....	357
Практическая работа № 3 Демеркуризация	367
Практическая работа № 4 Выявление дефицита микроэлементов и витаминов в организме человека и меры по его ликвидации.....	376
Практическая работа № 5 Оценка изменения радиационной обстановки при уменьшении излучения по закону Взя-Вигнера.....	387
Практическая работа № 6 Оценка радиационной опасности и основных способов противорадиационной защиты.....	398
Практическая работа № 7 Оценка устойчивости потенциально-опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны	406
Лабораторное занятие № 1 Дозиметрия ионизирующих излучений. Бытовые дозиметры и радиометры	414
Лабораторное занятие № 2 Определение удельной β -активности продуктов питания β -радиометром РУБ-01П1	429
Лабораторное занятие № 3 Методы защиты от воздействия ионизирующего излучения.....	434
Лабораторное занятие № 4 Определение содержания тяжелых металлов в водных объектах	440
Лабораторное занятие № 5 Определение загрязнения воздуха рабочей зоны органическими веществами методом газовой хроматографии	453
Лабораторное занятие № 6 Санитарно-гигиенический анализ сточных и природных вод	461
РАЗДЕЛ III ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ	470
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	473

РАЗДЕЛ I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности человека

1.1 Цели, задачи и структура учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека»

Современный мир находится в состоянии роста угроз человеческому благополучию, вызванных нехваткой ресурсов, истощением экосферы, изменением климата и ростом техногенной нагрузки на окружающую природную среду. Увеличиваются количество и масштабы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе связанных с урбанизацией. В целом ситуация в мире и перспективы ее развития характеризуются высоким уровнем опасностей, неопределенностью, трудно прогнозируемыми последствиями.

Бурный научно-технический прогресс, характерный для XX века и особенно его второй половины, не только способствовал повышению производительности и качества труда, росту благосостояния и интеллектуального потенциала общества, но и привел к появлению большого количества новых угроз, как для отдельной человеческой личности, так и для общества и цивилизации в целом.

На наших глазах гибнет природа, истощаются ресурсные возможности земли, наблюдается рост количества возникающих катастроф природного и техногенного характера и масштабов ущерба от них. Хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению экологического равновесия, возникновению аномальных природных ситуаций: стихийные бедствия, катастрофы и аварии с многочисленными человеческими жертвами, огромные материальные потери и нарушения условий нормальной жизнедеятельности.

Изменения, происходящие в современном мире, затрагивают все сферы человеческой деятельности. Согласно научным прогнозам, вероятность природных и техногенных катастроф в мире будет возрастать. Эта тенденция сохранится на ближайшие десятилетия. Поэтому планирование безопасной жизнедеятельности на индивидуальном, коллективном, общественном и планетарном уровнях становится главной заботой человечества.

Безопасность человека может поддерживаться на достаточном уровне только через соответствующую, правильно выстроенную социальную организацию, где приоритеты безопасности поддерживаются всеми направлениями цивилизованного социума. Необходимость обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в производственной, природной и жилой среде, безопасности и экологичности технических систем, организации защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях,

управление и правовое регулирование ими является приоритетной задачей для государства.

Безопасность жизнедеятельности представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов во всех сферах человеческой деятельности, сохранение безопасности и здоровья в среде обитания. Формирование безопасного образа жизни, обеспечивающего выживание человеческой цивилизации, необходимо начинать на индивидуальном уровне и в различных сферах пребывания человека, большую роль в этом играет образование. Возникнув в период интенсификации научно-технического прогресса, техническая проблема безопасности в искусственных системах «человек–машина» в настоящее время вышла за пределы техносферы и приобрела экологический характер, что значительно увеличивает количество вредных факторов, негативно воздействующих на человека.

Безопасность жизнедеятельности человека (БЖЧ) – это комплексная, самостоятельная и обязательная дисциплина для изучения студентами высших учебных заведений. В структуре интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» содержатся следующие дисциплины:

- «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций»;
- «Радиационная безопасность»;
- «Основы экологии».

Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций – учебная дисциплина, предметом изучения которой является система знаний о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, их источниках, причинах возникновения, опасных факторах и их воздействии на жизнь и здоровье людей, объекты народного хозяйства и природную среду, а также средствах и способах защиты от чрезвычайных ситуаций и опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Радиационная безопасность – учебная дисциплина, предметом изучения которой является система знаний о мероприятиях по охране здоровья человека, общества и популяции в целом от вредного воздействия ионизирующих излучений.

Основы экологии – учебная дисциплина, предметом изучения которой является система взаимоотношений человека с окружающей средой.

Цель изучения дисциплины БЖЧ – формирование культуры безопасности жизнедеятельности будущих специалистов, основанной на системе социальных норм, ценностей и установок, обеспечивающих сохранение их жизни, здоровья и работоспособности в условиях постоянного взаимодействия со средой обитания.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами системы знаний, умений, видов деятельности и правил поведения, направленных на формирование способности предупреждать воздействие вредных и опасных факторов среды обитания или минимизировать их последствия для сохранения жизни и здоровья и обеспечения нормальных условий жизнедеятельности;
- формирование сознательного и ответственного отношения к здоровью и жизни как непреходящим ценностям;
- приобретение навыков в оказании первой помощи пораженным в чрезвычайных ситуациях, при несчастных случаях на производстве и в быту при наличии угрозы для их жизни до прибытия скорой медицинской помощи;
- овладение совокупностью знаний о рациональном природопользовании и охране окружающей среды, путях достижения устойчивого эколого-экономического равновесия и мерах предотвращения экологического неблагополучия геосфер Земли.

Объектом изучения исследования данной дисциплины являются люди (человек и коллективы людей), объекты экономики и территорий, подвергающиеся воздействию ЧС различного характера.

Предметом изучения является безопасность жизнедеятельности людей при воздействии ЧС и ликвидации их последствий.

1.2 Место и роль учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» в системе мер по обеспечению безопасности

Система безопасности включает в себя элементы организации защиты человека, средства защиты, культуру безопасного поведения, знания закономерностей среды и опасных факторов, умение человека предвидеть, выявлять и правильно оценивать эти факторы и адекватно реагировать на них. Только при одновременном учете всех этих элементов можно говорить о создании (проектировании) действенной системы комплексной безопасности.

Основная цель науки безопасности жизнедеятельности — разработка теоретических и методологических основ защиты человека в обществе, техносфере и биосфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности. Средством достижения этой цели является реализация обществом знаний и умений, направленных на уменьшение во всех сферах социальных, физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений.

Роль дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» в системе подготовки специалиста с высшим образованием соответствует

основным национальным интересам Республики Беларусь в экономической, социальной, экологической и других сферах жизнедеятельности. В настоящее время невозможно обеспечить конституционные права граждан, прежде всего, право на жизнь, охрану здоровья и компенсацию его ущерба в результате техногенных аварий и катастроф, экологических правонарушений, стихийных бедствий, а также реализовать политику устойчивого социально-экономического развития страны без решения проблемы предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Актуальность изучения дисциплины БЖЧ заключается в усвоении способов и правил сохранения здоровья и жизни в условиях чрезвычайных ситуаций, в ходе трудовой деятельности, в установлении взаимодействия человека с окружающей средой, что обеспечивает конституционное право каждого человека на жизнь, охрану здоровья и компенсацию ущерба в результате техногенных аварий и катастроф, экологических правонарушений, стихийных бедствий и в конечном счете – реализацию политики устойчивого социально-экономического развития страны.

Таким образом, целью освоения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» является формирование такой культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в любых видах деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасной жизнедеятельности, формирования характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

1.3 Источники угроз для личности, общества и государства, изложенные в Концепции национальной безопасности

Национальная безопасность – состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, которое позволяет обеспечить конституционные права, свободы, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальную целостность и устойчивое социально-экономическое развитие. Система обеспечения национальной безопасности – совокупность органов государственной власти и местного самоуправления и находящихся в их распоряжении инструментов.

Основными концептуальными подходами к обеспечению национальной безопасности в стране являются следующие положения: защищенность или состояние защищенности; отсутствие опасности; состояние объекта в системе его связей с точки зрения способности к развитию.

Объектом общей теории национальной безопасности является система ценностей и национальных интересов Республики Беларусь. *Предметом* общей теории национальной безопасности является деятельность личности, общества и государства по защите национальных интересов от внутренних и внешних угроз, закономерности и принципы обеспечения национальной безопасности.

Для понимания национальной безопасности важным является выделение уровней ее обеспечения, соответствующих общим принципам взаимосвязи личности, общества и государства. Иначе говоря, национальная безопасность имеет три взаимосвязанных уровня: безопасность личности, безопасность общества, безопасность государства. Причем их взаимосвязь динамична, определяется характером общественных отношений, политическим и экономическим устройством, степенью развития правового государства и гражданского общества.

На личностном уровне – это надежная защита личной и имущественной безопасности; обеспечение научно обоснованного и гарантированного государством минимума материальных и экологических условий существования при тенденции к их улучшению; реальное обеспечение конституционных прав и свобод личности; оперативное их восстановление в случае их нарушения, осуществляемое с использованием правовых средств прокурорского реагирования.

На уровне организации гражданского общества – преодоление конфронтационности в обществе, достижение и поддержание национального согласия по жизненно важным проблемам политического, экономического, социального развития страны; обеспечение поступательного экономического развития на началах рыночной экономики; формирование политической и правовой культуры населения; обеспечение экономических, социальных, политических, информационных условий всестороннего развития личности.

На государственном уровне – неуклонное обеспечение суверенитета и территориальной целостности страны; совершенствование государственного устройства; повышение эффективности защиты конституционного строя, правопорядка, борьбы с организованной преступностью и коррупцией; развитие эффективной системы международных связей на основе партнерства и сотрудничества; создание надежного оборонного потенциала. При этом наиболее полная реализация национальной безопасности достигается тогда, когда безопасность государства и безопасность общества являются не самоцелью, а функцией обеспечения безопасности личности. Только при одновременном учете всех этих элементов можно говорить о создании (проектировании) действенной системы комплексной безопасности.

Концепция национальной безопасности представляет собой совокупность официальных взглядов на обеспечение безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз во всех сферах жизнедеятельности Республики Беларусь.

В настоящей Концепции используются следующие основные понятия:

- *национальная безопасность* – состояние защищенности национальных интересов Республики Беларусь от внутренних и внешних угроз, обеспечивающее ее устойчивое развитие;

- *угроза национальной безопасности* – реально существующая опасность нанесения вреда национальным интересам Республики Беларусь;

- *вызов национальной безопасности* – объективно формирующаяся опасность нанесения вреда национальным интересам Республики Беларусь;

- *риск для национальной безопасности* – зарождающаяся опасность нанесения вреда национальным интересам Республики Беларусь;

- *социальная безопасность* – состояние защищенности личности, общества и государства от воздействия социальных угроз, обеспечивающее сохранение жизни, здоровья и благосостояния граждан, духовно-нравственных ценностей белорусского народа.

Приемлемый уровень безопасности и качества жизни населения базируется на основополагающих ценностях: признании на всех уровнях власти и управления абсолютного приоритета человеческой жизни, закреплении прав гражданина в области обеспечения безопасности и формирования правовых механизмов регулирования взаимоотношений между личностью, властью и обществом, полная осведомленность населения о потенциальных опасностях, систематическая подготовка его к действиям в чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, экологического и биолого-социального характера.

Выделено более 30-ти угроз национальной безопасности в политической, экономической, научно-технологической, социальной, демографической, информационной, военной и экологической сферах. Можно выделить основные внутренние и внешние угрозы.

Внутренние источники угроз для национальной безопасности:

1. Высокая концентрация на территории Беларуси экологически опасных объектов, их размещение вблизи жилых зон и систем жизнеобеспечения.

2. Радиоактивное загрязнение среды обитания вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

3. Образование больших объемов отходов производства и потребления при низкой степени их вторичного использования и высокотехнологичной переработки, повышенные уровни выбросов и сбросов загрязняющих веществ.

4. Недостаточное развитие правовых и экономических механизмов обеспечения экологической безопасности, систем учета природных ресурсов, мониторинга ЧС и качества окружающей среды.

Внешние источники угроз:

1. Глобальные изменения окружающей природной среды, связанные с изменением климата, разрушением озонового слоя, сокращением биоразнообразия.

2. Трансграничный перенос загрязняющих веществ на территорию Республики Беларусь воздушными и водными потоками, проникновение инвазивных видов животных и растений из сопредельных стран.

3. Размещение вблизи границ Беларуси крупных экологически опасных объектов, захоронение ядерных отходов на сопредельных территориях.

Цель обеспечения национальной безопасности состоит в достижении и поддержании такого уровня защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, который гарантирует

устойчивое развитие Республики Беларусь и реализацию ее национальных интересов.

Важнейшими направлениями защиты от угроз являются:

- развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и правового разрешения экологических проблем транснационального характера;
- повышение достоверности оценок и прогнозов состояния природной среды, изменений климата, опасных погодных и климатических явлений;
- адаптация секторов экономики к изменениям окружающей среды;
- сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов за счет расширения применения возобновляемых и рационального (устойчивого) использования невозобновляемых источников энергии, роста поглощения (стоков) парниковых газов в результате увеличения площади лесов, проведения заболачивания.

Однако национальная безопасность – это защищенность не только личности, общества и государства, а национальных ценностей и образа жизни от широкого спектра внешних и внутренних угроз. Формирование национальных интересов осуществляется на базе национальных ценностей под влиянием долгосрочных тенденций общественного развития. В стратегическом плане необходимо акцентировать внимание не на задаче противодействия угрозам национальной безопасности, а на реализации национальных ценностей.

1.4 Безопасность – базовый фактор устойчивого развития человеческого общества

Все сферы разумной жизнедеятельности человека в конечном итоге имеют целью обеспечение развития и повышение уровня безопасности человека. Потребности человека являются причинами его активной жизнедеятельности, безопасность является одной из главных потребностей человека. Согласно знаменитой пирамиде человеческих потребностей американского психолога Маслоу А.Х., потребность в безопасности отнесена к базовым потребностям сразу после физиологических потребностей, таких как употребление человеком воды, воздуха, продуктов питания и др. (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Базовые потребности человека

Индивидуальный уровень безопасности зависит и от того порядка, превентивных мер безопасности, которые созданы в определенном обществе. Из этого следует, что безопасность как потребность является изначальной и свойственна как человеку, так и всем живым организмам. Но у человека она не ограничивается только инстинктом самосохранения, а связана с желанием обеспечить безопасность общества и цивилизации в целом.

Проблема выживания и дальнейшего безопасного развития общества вызвала необходимость поиска оснований, принципов и ценностей, смены курса (стратегии, формы, модели) развития, поскольку стихийный естественно-исторический процесс уже не обеспечивает выживание человечества. По данным анализа ООН, выделяются шесть взаимосвязанных критических точек риска, которые представляют собой крупные глобальные проблемы, влияющие на жизнь людей во всем мире: ускорение потери биоразнообразия и связанное с ней разрушение экосистем, истощение грунтовых вод, которое приводит к истощению водных ресурсов, таяние горных ледников, космический мусор, невыносимая жара, невозможность страхования в будущем, когда растущие риски делают жилье недоступным. В ответ на глобальные угрозы, ООН была принята Концепция устойчивого развития человеческого общества. Речь идет о переходе цивилизации к новой модели (стратегии) развития, которая в переводе на русский язык получила наименование «устойчивое развитие».

Устойчивым является развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Переход к новой форме цивилизационного развития (которая пока существует лишь в виде

политических деклараций ООН) вызван в основном причинами, связанными с экологией и обеспечением безопасности человечества.

Видение будущего должно полноправно войти и в концепцию прав человека, нацеленную на переход к устойчивому обществу. Этот «императив грядущего» при его реализации окажется важнейшим фактором формирования подлинного *homo sapiens* уже как человека ноосферного (с новой системой прав и свобод), так и созидания общей сферы обитания человечества на планете как сферы разума. Ни одна социальная, техническая или природная система не может выжить и развиваться без наличия в них элементов и систем безопасности.

1.5 Основные понятия теории безопасности

Теория безопасности – система основных идей, дающих целостное представление о закономерностях, принципах, тенденциях и условиях решения проблем безопасности жизни, деятельности и жизнедеятельности человека и общества.

Объектом исследования в теории безопасности является человек и окружающая его среда. Предметом исследования в теории безопасности являются опасности и оптимальные меры безопасности.

Основными понятиями теории безопасности являются: опасность, угроза, источники опасности, объект опасности, деструктивная сила (или фактор опасности), уровень (степень) опасности, безопасность, защищенность, субъекты и объекты безопасности, система безопасности, факторы (силы, средства) безопасности, уровень (степень) безопасности, методы обеспечения безопасности и др.

Жизнедеятельность – это процесс преобразования человеком вещества, энергии и информации в себе и в окружающей среде, чтобы обеспечить комфортные условия жизни. Под жизнедеятельностью понимается не просто свойство человека действовать в жизненной среде, которая его окружает, а процесс сбалансированного развития и самореализации индивидуума, группы людей, общества в целом, человечества в единстве их жизненных потребностей и возможностей. Эволюционно это наиболее древний процесс.

Среда обитания – это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство.

Среда обитания – жизненная среда – экологическая среда – внешняя среда – включает все тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек – среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности.

В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. Именно преобразовательная жизнедеятельность позволяет человеку в полной мере использовать разум для повышения своей безопасности.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть позитивным (при комфортном и допустимом состоянии) и негативным (при опасном и чрезвычайно опасном состоянии). Многие факторы, постоянно оказывающие воздействие на человека, являются неблагоприятными для его здоровья и активной деятельности.

Классификация условий для человека в системе «человек – среда обитания»:

Комфортные (оптимальные) условия деятельности и отдыха. К данным условиям человек приспособлен в большей степени. Проявляется наивысшая работоспособность, гарантируются сохранение здоровья и целостность компонентов среды обитания.

Допустимые – характеризуются отклонением уровней потоков веществ, энергии и информации от номинальных значений в допустимых пределах. Данные условия труда не оказывают негативное воздействие на здоровье, но приводят к дискомфорту и снижению работоспособности и продуктивности деятельности. Не вызываются необратимые процессы у человека и среды обитания. Допустимые нормы воздействия закрепляются в санитарных нормах.

Опасные – потоки веществ, энергии и информации превышают допустимые уровни воздействия. Оказывают негативное воздействие на здоровье человека, при длительном воздействии вызывают заболевания и приводят к деградации природной среды.

Чрезвычайно опасные – потоки веществ, энергии и информации, которые за короткий срок могут нанести травму или привести к смерти, и вызывают необратимые разрушения в природной среде.

Техносферная безопасность – сфера научной и практической деятельности, направленная на создание и поддержание техносферного пространства в состоянии, исключающем его негативное влияние на человека и природу.

Увеличение населения Земли, стиль жизни и низкий уровень экологического сознания людей совместно с развитием промышленности явились основными факторами деградации биосферы и образования техносферы. В XX в., когда человечество стало нести значительные, в том числе, людские потери от воздействия негативных факторов техносферы, техносфера стала источником опасностей для человека и окружающей среды. Необходимость повышения уровня безопасности существования человека в условиях техносферы, в которой в развитых странах в настоящее время проживает около 75 % населения, встала достаточно остро. К наиболее тяжелым последствиям приводит воздействие негативных факторов

техносферы на окружающую среду и человека при чрезвычайных ситуациях (ЧС) природного и техногенного характера.

Культура безопасности жизнедеятельности – это определенный уровень развития человека и общества, характеризуемый значимостью задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе личных и социальных ценностей, распространенностью стереотипов безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций, степенью защиты от угроз и опасностей во всех сферах жизнедеятельности.

Защита окружающей среды – комплекс научных и практических знаний, направленных на сохранение качественного состояния биосферы (природной среды).

Характеристика опасностей

Опасность – это ситуация в окружающей человека среде, в которой при определенных условиях (случайного или детерминированного характера) возможно возникновение опасных факторов, способных привести к одному или совокупности нежелательных последствий для человека и окружающей (его) среды.

Опасность – это возможность возникновения обстоятельств, при которых материя, поле, информация или их сочетание могут таким образом повлиять на сложную систему, что это приведет к ухудшению или невозможности ее функционирования и развития. Опасность – негативное свойство живой и неживой материи, способное наносить вред самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

Согласно аксиоме о потенциальной опасности, любая деятельность человека характеризуется определенной вероятностью проявления опасности, то есть абсолютной безопасности не существует. В процессе жизнедеятельности человека постоянно сопровождают те или иные опасности. Все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы. При этом любое новое позитивное действие или результат неизбежно сопровождается возникновением новых негативных факторов.

Опасности характеризуются: потенциалом, качеством, временем существования или воздействия на человека, вероятностью появления, размерами зоны действия.

Источники опасностей

Понятие «источник опасности» – это компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, излучающие опасность. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия. Для описания источника опасности с позиций его негативного влияния на человека и

природу используют величину материальных отходов (выбросов, сбросов и отбросов), интенсивность энергетических излучений и его вероятность воздействия (риск).

Среди источников опасности выделяют 3 группы факторов: природные, техногенные и социальные.

Группа факторов опасности, принадлежащих к природной сфере, характеризует неблагоприятное влияние на человека и другие живые организмы со стороны природной среды. К этой группе относятся климатические, почвенные, геоморфологические и биотические факторы.

Климатические источники опасности зависят от поступления солнечной радиации к поверхности Земли, перемещения воздушных масс, колебания атмосферного давления, разделения тепла и влаги. Они вызывают резкие похолодания или жару, ливни, бури, ураганы и др.

Почвенные источники опасности определяются особенностями разных типов почв, возможностями возникновения эрозии, оползней, обвалов, образования оврагов. Разрушение почв может создать угрозы для сельского хозяйства, путей сообщения, водоснабжения, жилых и производственных зданий и т.д.

Геоморфологические источники опасности вызваны особенностями строения геологических структур недр Земли, рельефом, склонностью к землетрясениям, вулканической деятельности и др.

Биотические источники опасности учитывают влияние на человека растений, животных патогенных микроорганизмов - вирусов и микробов. К ним можно отнести угрозу здоровью и жизни человека со стороны диких зверей, птиц, ядовитых растений и животных, перенесение инфекций насекомыми и больными животными и т.д.

К источникам опасности в техногенной сфере относятся технические, санитарно-гигиенические, организационные и психофизиологические.

Технические источники опасности определяются уровнем надежности оборудования, применением в его конструкции защитных ограждений, предохранительных приспособлений, средств сигнализации и блокировки.

Санитарно-гигиенические источники опасности возникают при повышенном содержании в воздухе рабочих зон вредных веществ, недостаточном или нерациональном освещении, повышенном уровне шума, вибрации, неудовлетворительных микроклиматических условиях, наличии разнообразных излучений выше допустимых значений, нарушении правил личной гигиены и т.д.

Организационные источники опасности возникают при не соблюдении правил, норм, инструкций касательно выполнения работ, планово-предупредительного ремонта оборудования, при отсутствии надзора за опасными работами, при использовании оборудования, механизмов и инструмента не по назначению и др.

Психофизиологические источники опасности определяются усталостью работника из-за чрезмерной сложности и напряженности работы, болезненным состоянием человека, его неосторожностью, невнимательностью, неопытностью, несоответствию психофизиологических данных работника используемой технике или выполняемой работе.

К источникам опасности в социальной сфере относятся государственно-правовые, этно-социальные, информационные и психологические.

Государственно-правовые источники опасности обусловлены отсутствием или же недостаточной проработкой законодательно правовой базы, общеобязательных норм поведения, а также слабой государственной гарантией охраны правопорядка. Это приводит к увеличению противоправных действий, терроризму, преступности и криминализации общества, выступлению отдельных слоев общества на защиту своих прав.

Этно-социальные источники опасности зависят от особенностей быта, обычаев, культуры, религии этнической общности людей, сложившейся исторически. Недостаточное внимание, притеснения, ограничения в проживании и деятельности отдельных народностей, наций могут содействовать возникновению межнациональных конфликтов, создающих опасность не только для жизни отдельных людей, но и для целостности государства.

Информационные источники опасности определяются чрезмерным информационным давлением на общество, психологическими закономерностями создания, передачи и восприятия информации, а также эффектами, возникающими в обществе в результате ее распространения. Этот фактор опасности начал проявляться особенно сильно в последнее время, когда средства массовой информации достигли достаточно высокого уровня развития.

Психологические источники опасности проявляются в нарушениях правил поведения и деятельности людей, а также их психологических характеристик. Появление психически неуравновешенных людей, маньяков, террористов, сект, антисоциальных группировок создает опасность для нормальной жизнедеятельности общества.

Признаками, определяющими опасность, являются: угроза для жизни, возможность нанесения ущерба здоровью, нарушение условий нормального функционирования органов и систем человека. Опасность является сложным понятием, которое имеет много признаков. Чтобы лучше понять природу опасностей и противостоять им, необходимо осуществить систематизацию и классификацию опасностей – этим и занимается таксономия.

Таксономия (от греч. – *классификация*) – наука о классификации и систематизации сложных явлений, понятий, объектов. Совершенная, полная таксономия опасностей пока не разработана, но использование ее даже в

неполном объеме дает возможность применить научный подход в организации безопасной жизнедеятельности людей.

Различают опасности естественного и антропогенного происхождения.

Естественные опасности обусловлены стихийными явлениями, климатическими условиями, рельефом местности и т. п. Человек непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных загрязняющих веществ и т. п.), генерируя в среде обитания антропогенные опасности.

Антропогенные опасности, создаваемые техническими средствами, называют техногенными. Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных опасностей – вредных и травмирующих факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду.

Экстремальное событие – это событие в системе (социальной, техногенной и т. д.), связанное с отклонением параметров от принятых норм на опасную величину. Экстремальное событие может перейти в чрезвычайное и наоборот.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Угроза – это опасность на стадии перехода из возможности в действительность.

Риск – это комплексное понятие, характеризующее возможные потери в чрезвычайной ситуации, включающие погибших и раненых, ущерб собственности и инфраструктурам, гибель сельскохозяйственных растений и животных. Риск можно определить путем перемножения вероятностей опасности и уязвимости: $\text{Риск} = \text{Опасность} \times \text{Уязвимость}$.

Риск является критерием реализации опасности. Он определяется вероятностью проявления опасности и вероятностью присутствия человека в зоне действия опасности (в опасной зоне). В настоящее время распространена концепция принятого (допустимого) риска. Суть ее заключается в стремлении к такому уровню безопасности, который общество может принять (позволить) в данный период времени и который может быть экономически оправданным. Увеличивая расходы, можно значительно уменьшить величину технического риска, но не безгранично. Увеличение расходов на техническое снижение риска причиняет вред социальной сфере (уменьшаются расходы на медицину, культуру, образование и др.), что увеличивает социально-экономический риск. Принятый риск содержит в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и является компромиссом между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. В некоторых странах уровни принятого риска установлены в

законодательном порядке. Максимально принятым уровнем индивидуального риска гибели является 10^{-6} в год. Достаточно малым считается индивидуальный риск гибели 10^{-8} в год.

Уязвимость – степень потерь (людских, материальных), определяемая типом и масштабом чрезвычайной ситуации (бедствия) и готовностью им противостоять.

1.6 Чрезвычайные ситуации и их классификация

Классификация чрезвычайных ситуаций (ЧС) – разделение ЧС по классам, группам, видам и уровням в зависимости от сферы их возникновения, характера явлений и процессов, масштаба возможных последствий и других факторов. Критерий классификации ЧС – показатель, определяющий минимальное значение, превышение которого позволяет отнести ЧС к определенному классу, группе, виду и уровню.

При классификации ЧС применяются дополнительные критерии классификации ЧС в зависимости от сферы их возникновения, характера явлений и процессов и других факторов. Наиболее распространенными являются классификации по характеру возникновения, причинам возникновения, скорости и масштабам распространения.

Разделение ЧС на классы, группы, виды и уровни т.е. классификация необходима для: планирования мероприятий по защите от ЧС, реализации мероприятий профилактического характера (в т. ч. прогнозирования), предоставления и обмена информации о ЧС, осуществления ликвидации ЧС, определения номенклатуры и объемов материальных ресурсов для ликвидации, привлечения дополнительных ресурсов для ликвидации ЧС.

Классификация ЧС осуществляется по следующим признакам: территориальное распространение; наличие или угроза гибели людей; наличие пострадавших людей; причинение вреда окружающей среде; причинение значительного материального ущерба; нарушение условий жизнедеятельности людей.

Для классификации ЧС учитываются обстоятельства, которые возникли в результате ЧС и привели к нарушению условий жизнедеятельности людей, а именно: отсутствие питьевого водоснабжения, канализации, теплоснабжения (в осенне-зимний период), газо-и электроснабжения, нарушение технического состояния строительных конструкций жилого здания и отдельных его элементов, в результате которого оно стало непригодно для проживания людей.

В соответствии с Инструкцией МЧС Республики Беларусь, о порядке классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера по характеру возникновения ЧС делятся на классы, которые в свою очередь подразделяются на группы в зависимости от вида источника возникновения ЧС. Группы ЧС состоят из видов ЧС, которые отражают непосредственный источник возникновения ЧС. Виды ЧС в зависимости от установленных критериев подразделяются на уровни ЧС.

ЧС делятся на следующие *классы*: техногенного характера; природного характера.

Техногенная ЧС – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровья, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

ЧС техногенного характера подразделяются на группы и виды:

- *транспортные аварии (катастрофы)*: аварии пассажирских и грузовых поездов, поездов метрополитена; аварии пассажирских и грузовых судов, в том числе нефтеналивных; авиационные происшествия; аварии на общественном и автомобильном транспорте; аварии на транспорте с выбросом биологически опасных веществ; аварии на транспорте с радиоактивными веществами и (или) ядерными материалами; аварии на транспорте с выбросом опасных химических веществ (ОХВ); аварии на магистральных газопроводах, нефтепроводах, нефтепродуктопроводах;

- *пожары, взрывы*: пожары, за исключением природных пожаров на транспорте (пассажирских и грузовых поездах, поездах метрополитена); пожары (взрывы) на транспорте (пассажирских и грузовых поездах, поездах метрополитена); взрывы, вспышки и воспламенения метановоздушной смеси в шахтах, подземных горных выработках;

- *аварии с ОХВ (кроме транспортных)* – аварии с выбросом (проливом, просыпью) ОХВ, в том числе во время производства, переработки или хранения (захоронения);

- *наличие в окружающей среде загрязняющих веществ выше предельно допустимых концентраций (ПДК)*: аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях промышленности и в научно-исследовательских организациях; наличие в атмосферном воздухе или почве (грунте) загрязняющих веществ выше ПДК и (или) ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) (ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ)); наличие в питьевой воде или в источниках питьевого водоснабжения вредных веществ выше допустимых значений показателей безопасности питьевой воды; наличие химических и иных веществ в воде поверхностных водных объектов выше ПДК и (или) ориентировочно допустимых уровней (ОДУ);

- *радиационные и ядерные аварии*: аварии на ядерных установках и (или) радиационных объектах с выбросом (сбросом) радиоактивных веществ в окружающую среду; аварии с источниками ионизирующего излучения (ИИИ);

- *внезапное разрушение сооружений*: разрушение элементов транспортных коммуникаций; разрушение, повреждение эксплуатируемых зданий и сооружений производственного назначения; разрушение, повреждение эксплуатируемых зданий и сооружений жилого (многоквартирного, блокированного) и социального назначения;

- *аварии и инциденты на электроэнергетических системах*: аварии на электростанциях; аварии и инциденты в электросетях; аварии на системах жизнеобеспечения; аварии на системах канализации; аварии и инциденты в тепловых сетях (в системах горячего водоснабжения); аварии на системах водоснабжения; аварии на объектах газораспределительной системы и газопотребления;

- *аварии систем и сетей электросвязи*;

- *гидродинамические аварии*: прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с возникновением волн прорыва, катастрофических затоплений или прорывного паводка; аварийный спуск воды в связи с угрозой прорыва водоподпорных гидротехнических сооружений.

Природная ЧС – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ЧС, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Источником природной ЧС является опасное природное явление или процесс, происходящие в неживой природе, в результате которых на определенной территории или акватории произошла или может возникнуть ЧС.

ЧС природного характера подразделяются на группы и виды:

- *геологические*: землетрясения; обвалы, осыпи; просадка (провалы) земной поверхности; карстовые явления;

- *метеорологические* – опасные метеорологические явления, включая шквалы и смерчи;

- *гидрологические*: высокие уровни воды (при половодьях, дождевых паводках, зажорах и заторах льда); низкие уровни воды; ранний ледостав и появление льда на судоходных реках; повышение уровня грунтовых вод (подтопления);

- *пожары в природных экосистемах*: природные пожары; рудничные пожары;

- *инфекционные заболевания людей и эпидемии*: инфекционные заболевания, на которые распространяются мероприятия по санитарной охране территории Республики Беларусь; групповые случаи опасных инфекционных заболеваний;

- *отравления и токсические поражения людей*: отравления людей в результате употребления воды, продуктов питания; отравления людей токсичными и другими веществами;

- *эпизоотии*: карантинные заразные болезни сельскохозяйственных животных; массовые заболевания сельскохозяйственных животных;

- *отравления сельскохозяйственных животных*;

- *массовая гибель диких животных*;

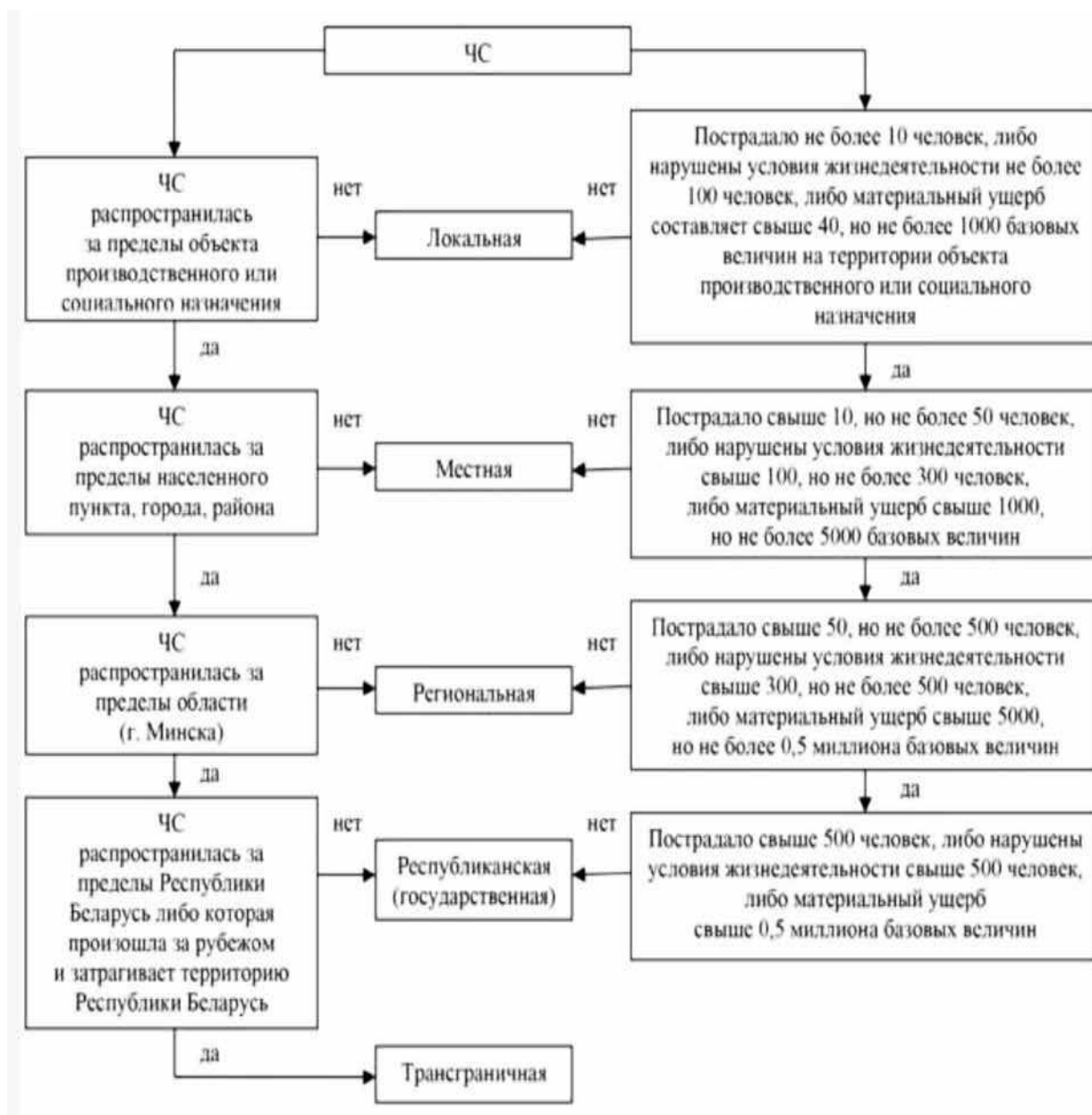
- *поражение сельскохозяйственных растений и лесных массивов болезнями и вредителями*: прогрессирующая эпифитотия; заболевания сельскохозяйственных растений не выявленной этиологии; распространение

карантинных растений; очаги вредителей и болезней лесов, требующие мер борьбы.

Чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы по множеству других признаков, в том числе *по причинам возникновения*, особую опасность представляют: *гидрологические явления* (наводнения, затопление); *природные пожары* (лесные, торфяные, полевые); *явления космического происхождения* (падение метеоритов, излучения большой интенсивности); *биологические ЧС* – массовые инфекционные заболевания людей, животных, растений, нашествия насекомых (саранчи, колорадского жука); *экологические ЧС* – изменение состояния суши (загрязнение пестицидами, перенасыщение минеральными удобрениями, эрозия почвы), атмосферы (перенасыщение вредными веществами в газообразном и аэрозольном состоянии, изменение состава, толщины озонового слоя), гидросферы (загрязнение водных объектов вредными веществами).

В зависимости *от достижения критерия классификации ЧС (от масштаба проявления)* подразделяются на локальный, местный, региональный, государственный и трансграничный уровень.

Каждая конкретная чрезвычайная ситуация есть результат совокупности нескольких причин, сочетания ряда неблагоприятных факторов. Изучение причин возможного возникновения аварии и всесторонняя оценка опасности позволяет, во-первых, правильно определить мероприятия по предупреждению аварий и, во-вторых, предусмотреть необходимые меры по защите людей и снижению ущерба (рис. 1.2).



Примечание: Трансграничная - когда поражающие факторы выходят за пределы Республики Беларусь, либо ЧС произошла за рубежом и затрагивает территорию Республики Беларусь

Рисунок 1.2 – Классификация и общие признаки ЧС в зависимости от природы происхождения, территориального распространения, объемов материального ущерба, количества пострадавших людей

Всю совокупность возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС) целесообразно первоначально разделить на *конфликтные* и *бесконфликтные*.

К *конфликтным ситуациям* могут быть отнесены военные столкновения, экономические кризисы, экстремистская политическая борьба, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм, разгул уголовной преступности, масштабная коррупция и др. К

бесконфликтным чрезвычайным ситуациям можно отнести бури, ураганы, наводнения, экологические загрязнения и т.д.

Каждому виду ЧС свойственна своя скорость распространения опасности, являющаяся важнейшей составляющей интенсивности протекания события и характеризующая степень внезапности воздействия поражающих факторов.

По темпу развития ЧС подразделяются на: внезапные (взрывы, землетрясения, транспортные аварии и др.); *быстро возникающие* (пожары, выбросы химических опасных веществ); *умеренно развивающиеся* (половодье, выброс радиоактивных веществ и их распространение); *медленно распространяющиеся и развивающиеся* (экологические отклонения, засухи, некоторые эпидемии).

Стадии развития чрезвычайных ситуаций:

- *зарождение* – возникновение условий или предпосылок для чрезвычайной ситуации. Установить момент начала стадии зарождения трудно. При этом возможно использование статистики конструкторских отказов и сбоев, анализируются данные сейсмических наблюдений, метеорологические оценки и т. п.;

- *иницирование* – начало чрезвычайной ситуации. На этой стадии важен человеческий фактор, поскольку статистика свидетельствует, что до 70 % техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала. Более 80 % авиакатастроф и катастроф на море связаны с человеческим фактором. Для снижения этих показателей необходима более качественная подготовка персонала;

- *кульминация* – стадия высвобождения энергии или вещества. На этой стадии отмечается наибольшее негативное воздействие на человека и окружающую среду вредных и опасных факторов чрезвычайной ситуации. Одной из особенностей этой стадии является взрывной характер разрушительного воздействия, вовлечение в процесс токсичных, эргонасыщенных и других компонентов;

- *затухание* – локализация чрезвычайной ситуации и ликвидация ее прямых и косвенных последствий. Продолжительность данной стадии различна: возможны дни, месяцы, годы и десятилетия.

Наиболее вероятные ЧС для Республики Беларусь:

- *техногенного характера*: аварии с выбросом (выливом) сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ); пожары (взрывы) на объектах народного хозяйства; транспортные аварии и катастрофы; гидродинамические аварии; аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения; аварии на очистных сооружениях; аварии в электроэнергетических системах;

- *природного характера*: метеорологические явления (бури, ураганы, засухи, сильные снегопады, метели, ливневые дожди, туманы, заморозки); гидрологические явления (наводнения, паводки, заторы льдов на реках, подтопления и др.); природные пожары в лесах и на торфяниках.

- *биологического характера*: инфекционные заболевания людей (эпидемии); инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных (эпизоотии); поражения сельскохозяйственных растений болезнями или вредителями (эпифитотии).

- *экологического характера*: изменение суши; просадка земной поверхности в связи с выработкой недр; превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных примесей в атмосфере, предельно допустимых уровней (ПДУ) городского шума; изменение водной среды (нехватка водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения).

1.7 Опасности для человека, объектов и природной среды в Республике Беларусь

Радиационная безопасность. Существует вероятность аварий на ближайших атомных электростанциях (АЭС) и других радиационно-опасных объектах Республики Беларусь. Особую опасность для населения Беларуси представляют объекты атомной энергетики, в непосредственной близости от границ Республики Беларусь расположены 4 атомные электростанции.

Игналинская АЭС располагалась на северо-востоке Литвы в 7 км от границы Республики Беларусь. Данная АЭС имела два реактора типа РБМК-1500 с загрузкой 192 т обогащенного урана каждый и действовала в течение 26 лет (с 31 декабря 1983 г. по 31 декабря 2009 г.). Игналинская АЭС – некогда самая мощная атомная электростанция в СССР и мире – снабжала дешевой электроэнергией не только Литву, но и Латвию, Эстонию, Беларусь и Калининградскую область. Один энергоблок Игналинской АЭС обеспечивал 70 % потребности в электроэнергии Литвы, а второй блок работал на Латвию.

В настоящее время этот объект продолжает представлять опасность, так как там хранится ядерное топливо.

Ровенская АЭС на Украине находится в 65 км от границы республики. На АЭС имеются два реактора ВВЭР-440 и один – ВВЭР-1000 с общей загрузкой 42 т. В случае аварии в зоне радиоактивного загрязнения окажется территория Брестской области с населением около 300 тыс. чел.

Смоленская АЭС в России расположена в 75 км от границы республики. Она имеет три реактора типа РБМК-1000 с загрузкой по 192 т. В случае аварии радиоактивно загрязненной может оказаться территория не менее чем четырех районов Могилевской области.

Чернобыльская АЭС (ЧАЭС) на Украине находится в 11 км от границы республики. На ней было установлено четыре реактора типа РБМК-1000 с общей загрузкой каждого по 192 т. В результате аварии на четвертом энергоблоке ЧАЭС в 1986 г. радиоактивному загрязнению подверглось 23 % территории Республики Беларусь. Осенью 1993 г. после пожара остановлен 2-й энергоблок станции, в декабре 1996 г. был остановлен 1-й, а в декабре

2000 г. – 3-й энергоблок станции, выход из эксплуатации которого завершился только к 2008 г. До тех пор, пока топливо находится даже в заглушенном реакторе, объект остается ядерно-опасным. В настоящее время принят в эксплуатацию новый саркофаг над аварийным 4-м энергоблоком, получивший название «Новый безопасный конфайнмент» (НБК) – время эксплуатации 70 – 100 лет; – стоимость проекта 2,15 млрд евро. Завершать процесс вывода станции из эксплуатации (2064 г.) будут уже следующие поколения специалистов. Реакторы будут находиться в законсервированном виде, пока не снизится их радиоактивность. Таким образом, закрытие станции займет втрое больше времени, чем она была в эксплуатации.

Белорусская АЭС (БелАЭС) – первая в Беларуси атомная электростанция типа АЭС-2006. Расположена у северо-западной границы Беларуси в агрогородке Ворняны в 18 км от города Островец Гродненской области и в 50 км от столицы Литвы – Вильнюса. Строительство АЭС начато в 2011 г. с электрической мощностью 2,4 МВт. Два энергоблока с реакторами типа ВВЭР-1200 (АЭС-2006). Предположительно на БелАЭС будет производиться 25-30 % электрической энергии от общей потребности республики.

Кроме того, радиационную опасность для населения представляют радиоактивные вещества, которые используются более чем на 1000 предприятиях и в учреждениях Республики Беларусь. В Академическом научно-техническом комплексе АНТК «Сосны», расположенном в 7,5 км юго-восточнее г Минска, используются около 2,5 т необлученного ядерного топлива. При возникновении аварии, связанной с разрушением универсальной гамма установки может образоваться зона радиоактивного заражения с радиусом до 2 км. В опасной зоне может оказаться персонал АНТК, жители п. Сосны и военного городка с общим количеством около 4,5 тыс. человек. Кроме того, радиационную опасность для населения представляют радиоактивные вещества, которые используются более чем на 1000 предприятиях и учреждениях республики.

Химическая опасность. Источником данной опасности являются предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности, промышленности минеральных удобрений, а также химические вещества, перевозимые автомобильным и железнодорожным транспортом, используемые в сельском хозяйстве. В республике имеется 531 химически опасных объекта, содержащих более 40 тыс. т. химически опасных веществ, в том числе 26 тыс. т. аммиака. Железнодорожным транспортом через территорию республики ежемесячно перевозится от 400 до 1500 вагонов и цистерн с химически опасными веществами, что создает химическую опасность практически на всей территории республики.

Значительную опасность для жителей республики представляют аварии на химически опасных объектах. К химически опасным административно-территориальным единицам относятся: Гродненская (II степени) и

Гомельская (III степени) области. Полоцкий сельский район отнесен к I степени химической опасности, Хойникский район ко II степени опасности, к III степени опасности отнесены Гродненский, Буда-Кошелевский, Житковичский, Петриковский, Молодечненский, Червенский, Клецкий, Крупский сельские районы.

Города Гродно и Новополоцк имеют I степень опасности (в зону возможного химического заражения (ВХЗ) может попасть 75 тыс. человек, более 50 % населения - ПО «Полимир» – г. Новополоцк, ОАО «Гродно Азот»).

Гомель, Светлогорск, Мозырь, Рогачев, Волковыск, Слоним, Новогрудок – II степень (в зону ВХЗ попадает 40–75 тыс. чел. - от 30 % до 50 % населения).

Лида, Молодечно, Борисов, Солигорск, Слуцк, Минск, Могилев, Бобруйск, Орша, Жлобин – III степень (в зону ВХЗ попадает менее 40 тыс. чел. - от 10 % до 30 % населения).

Только в Минске имеется около 40 химически опасных объектов, в том числе объекты, содержащие хлор, аммиак, кислоты. В случае аварий может быть заражено до 40 % территории Минска.

По данным Белгидромета, в целом воздух в Беларуси достаточно чистый. Список самых грязных городов Беларуси включает Новополоцк, Гомель, Жлобин, Минск, Могилев. Наибольшее загрязнение воздуха в Беларуси производят предприятия обрабатывающей промышленности (43 %) и сельскохозяйственные организации (29 %).

Пожаровзрывоопасность. Ее представляют более 90 складов и баз со взрывчатыми веществами Министерства обороны Республики Беларусь, а также более 120 взрывоопасных объектов других министерств и ведомств. В Республике Беларусь имеется более 150 крупных пожароопасных объектов.

Наибольшую опасность представляют базы и склады взрывчатых и пожароопасных веществ Министерства обороны, которых насчитывается 92, из них: 59 – хранящие артиллерийские, реактивные, авиационные боеприпасы, снаряды и ракеты, взрывчатые вещества и мины различных типов, 33 – ракетное и дизельное топливо, горюче-смазочные материалы. Опасная зона разлета осколков может достигать до 1,5 км, а от реактивных снарядов – от 3 до 20 км.

Кроме того, на территории республики имеются взрывопожароопасные объекты, представляющие собой 32 предприятия газового хозяйства, 39 предприятий тепловой энергетики, 48 зернохранилищ и 37 объектов, содержащих взрывопожароопасные вещества, 96 нефтебаз и складов с запасами горюче-смазочных материалов. Только в Минске находится 17 крупных пожаро- и взрывоопасных объектов, из них на трех ТЭЦ хранится более 150 тыс. т мазута, нефтебаза «Буг» имеет 450 тыс. т керосина и бензина.

Площади опасных зон могут достигать до 2,5 км кв., в которые возможно попадание жилых и административных зданий, линий электропередач, автомобильного и железнодорожного транспорта. Железнодорожный транспорт через территорию Беларуси ежемесячно перевозит до 1000 цистерн с горючей жидкостью. Опасность представляет также магистральный трубопроводный транспорт, на долю которого приходится около 40 % общего объема транспортировки грузов. Протяженность одних только магистральных газопроводов в пересчете на односторонние составляет около 6 тыс. км. При этом проложенные по территории Беларуси газо-, нефтепродуктопроводы более чем в 200 местах пересекаются с главными путями Белорусской железной дороги, с автомобильными дорогами, а также проходят по густонаселенной местности – вблизи них находится более 600 населенных пунктов. Опасность представляет около 8 млн га леса и около 2,5 млн га торфяников.

Биологическая опасность. Сохраняется опасность заболевания людей, животных и растений инфекционными и другими болезнями. На территории республики находится до 500 природных очагов сибирской язвы, имеются природные очаги бешенства, наблюдаются поражения сельскохозяйственных культур бурой ржавчиной, фитофторозом, картофельной совкой, колорадским жуком и т. д. Возникновение эпизоотических и эпифитотических очагов на территории республики может привести к сокращению производства сельскохозяйственной продукции на 5-10 %.

Гидродинамическая опасность. Общая протяженность дамб и плотин в республике составляет более 850 км. Особая опасность прорыва дамб и плотин в Брестской и Гомельской областях. На территории Республики Беларусь имеется 31 водохранилище емкостью от 2 до 260 млн м³. Разрушение плотин может привести к затоплению территории площадью 1789 км², на которой расположено 147 населенных пунктов с населением более 71,5 тыс. жителей. Так, например, при прорыве плотины Заславского водохранилища в зону подтопления попадает территория Минска, на которой проживает более 25 тыс. чел.

Значительную опасность в плане затоплений имеют реки. Наиболее частые и сильные паводки наблюдаются на реке Припять и ее притоках Горынь, Пина, Ясельда, Убороть во время весеннего половодья. Возможно подтопление г. Пинска, Давид-Городка, до 50 населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий Столинского, Лунинецкого, Пинского районов, до 80 населенных пунктов Житковичского, Мозырского, Наровлянского районов, а также городов Речицы, Мозыря, Турова. Возможны подтопления на реках Неман, Березина, Западная Двина.

Опасность природных явлений и процессов. В республике наиболее вероятны такие стихийные бедствия, как наводнения, ураганы, лесные и торфяные пожары, ливни, засухи, смерчи и др. Они наносят огромный

материальный ущерб, иногда с человеческими жертвами. В зону стихийных бедствий, как правило, попадает большое количество населенных пунктов, посевы сельскохозяйственных культур, гибнут домашние и дикие животные, разрушаются жилые, промышленные и другие объекты. Материальный ущерб исчисляется большими суммами денег. Так, в результате урагана 27.06.1997 г. было разрушено и повреждено более 10 000 домов и производственных зданий, погибло 5 чел., травмировано 52 чел., пострадало 918 населенных пунктов, 123 тыс. га посевов. Общий ущерб в Беларуси составил более 800 млрд руб. (в ценах 1997 г.).

Экологическая опасность – это вероятность ухудшения показателей качества природной среды под влиянием природных факторов или хозяйственной деятельности человека. Виды экологической опасности: *социально-экологическая* – связана с ухудшением среды обитания людей, которая отражается на показателях их здоровья и благополучия; *биосферно-экологическая* – связана с угрозой нарушения природного равновесия, деградацией ландшафтов, исчезновением видов растений, животных и т.д.; *ресурсно-экологическая* – связана с угрозой ухудшения природно-ресурсного потенциала, деградацией природных ресурсов, их загрязнением, потерей ресурсами свойства возобновления. Предприятия республики имеют 63 тыс. источников выбросов. С учетом мелких предприятий общее количество источников выбросов составляет более 120 тыс. Экологическую опасность представляют также более 3,5 млн легковых и около 100 тысяч грузовых автомобилей. Все эти источники выбрасывают в атмосферу более 1 млн т в год вредных веществ. Ежегодно в водоемы выбрасывается около 1 млрд м³ сточных вод.

Загрязнение грунтовых вод нитратами, сульфатами, хлоридами, азотными соединениями, тяжелыми металлами и др. вредными веществами также губительно сказывается на здоровье людей. В республике эта проблема особенно актуальна в сельской местности, где вода в 30–80 % колодцев не соответствует химическому стандарту. Сильно загрязнены бассейны рек Свислочи, Березины и Днепра.

Загрязняется почва, падает урожайность сельскохозяйственных культур, изменяется климат, на грани исчезновения многие виды животных и растений. Около 1,2 млн га пахотных земель подвержено эрозии и почти 500 тыс. га относят к сильно эродированным. В 1986 г. около 23 % территории республики было подвержено загрязнению радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС. Значительное влияние на экологию почв оказывает загрязнение почв тяжелыми металлами. Таким образом, почвы Беларуси испытывают значительную экологическую нагрузку и нуждаются в защите.

Любая опасность может причинить ущерб здоровью человека. Например, длительное воздействие сильного шума приводит к шумовой болезни, нарушающей нервную систему человека. Воздействие вибрации

может спровоцировать вибрационную болезнь, при которой страдает сердечно-сосудистая система. Вдыхание воздуха, содержащего пыль, – причина болезней дыхательных путей.

Опасности в социальной сфере: алкоголизм, курение, наркомания, угроза военных конфликтов, криминогенная обстановка, коррупция и др.

Потенциальная угроза экономической безопасности страны: нестабильность рынка, финансовые кризисы, устаревшие технологии, недостаток энергоресурсов и сырья, выпуск неконкурентной продукции, недостаточное поступление инвестиций и т.д. Нестабильность в экономике ухудшает жизнь и здоровье человека, демографическую ситуацию в стране, сокращается продолжительность жизни людей.

Основными национальными интересами в экологической сфере являются: сохранение благоприятной окружающей среды для жизнедеятельности населения; преодоление негативных последствий радиоактивного загрязнения территории страны и иных чрезвычайных ситуаций, реабилитация экологически нарушенных территорий; экологически ориентированное социально-экономическое развитие государства; рациональное (устойчивое) использование природно-ресурсного потенциала, а также сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, экологического равновесия природных систем; адаптация к изменению климата.

Изменение климата оказывает все более негативное влияние на условия ведения хозяйственной деятельности и состояние окружающей среды, растет антропогенная нагрузка на экологическую сферу. Возрастает накопление отходов производства, истощается природно-ресурсный потенциал, деградируют естественные экосистемы, сокращается биологическое и ландшафтное разнообразие. Достигнуты значимые результаты по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Беларусь оказывает значительные экосистемные услуги в рамках всего Европейского континента, выполняет международные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов и их поглощению. Степень защищенности населения и окружающей среды от техногенных и природных воздействий является приемлемой для обеспечения социально-экономического развития.

В биологической сфере сформированы необходимые условия для предотвращения либо нейтрализации биолого-социальных чрезвычайных ситуаций. Сохранены специализированные государственные структуры в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ветеринарной деятельности, карантина и защиты растений, безопасности генно-инженерной деятельности. На международном уровне Беларусь последовательно выступает за укрепление правовой базы в области биологической безопасности, в том числе всеобъемлющий контроль за любой биологической деятельностью иностранных государств и их представителей, в первую очередь на территориях стран-соседей.

2. Краткая характеристика чрезвычайных ситуаций

2.1 Природные чрезвычайные ситуации

Природная ЧС – это обстановка на определенной территории, или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ЧС, который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей. Источником природных ЧС являются опасные природные явления или процессы.

Опасные природные явления – это события природного происхождения, или их результаты, по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности, оказывающие поражающее воздействие на людей, объекты экономики и природную среду. Свое воздействие они проявляют физическими, химическими и биологическими способами, нанося ущерб транспортным коммуникациям, промышленным и сельскохозяйственным предприятиям, населенным пунктам, природной среде, здоровью и жизни людей. Причиной возникновения источников природных ЧС могут быть: землетрясение, вулканическое извержение, оползень, обвал, сель, пыльная буря, суховей, сильные осадки, засуха, заморозки, туман, гроза, просадка грунта, эрозия, цунами, лавина, наводнение, подтопление, затор, штормовой нагон воды, сильный ветер, смерч, природный пожар.

Природные ЧС делят на:

А. Опасные геологические явления и процессы (землетрясения, вулканические извержения, обвалы, оползни и др.). Они не характерны для Беларуси;

Б. Опасные метеорологические процессы и явления – это природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду. К ним относят:

1) Сильный ветер – движение воздуха относительно земной поверхности со скоростью или горизонтальной составляющей свыше 14 м/с. Он включает следующие виды ветра:

а) вихрь – атмосферное образование с вращательным движением воздуха вокруг вертикальной или наклонной оси;

б) ураган – ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого превышает 32 м/с;

в) циклон – атмосферное возмущение с пониженным давлением воздуха и ураганными скоростями ветра, возникающее в тропических широтах и вызывающее огромные разрушения и гибель людей;

г) шторм – длительный очень сильный ветер со скоростью свыше 20 м/с, вызывающий сильные волнения на море и разрушения на суше;

д) смерч – сильный маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 1000 м, в котором воздух вращается со скоростью до 100 м/с, обладая большой разрушительной силой;

е) шквал – резкое кратковременное усиление ветра до 20–30 м/с и выше, сопровождающееся изменением его направления, связанное с конвективными процессами.

2) Продолжительный дождь – жидкие атмосферные осадки, выпадающие непрерывно или почти непрерывно в течение нескольких суток, могущие вызвать паводки, затопление и подтопление.

3) Гроза – атмосферное явление, связанное с развитием мощных кучево-дождевых облаков, сопровождающееся многократными электрическими разрядами между облаками и земной поверхностью, звуковыми явлениями, сильными осадками, нередко с градом.

4) Ливень – кратковременные атмосферные осадки большой интенсивности, обычно в виде дождя или снега.

5) Град – атмосферные осадки, выпадающие в теплое время года, в виде частичек плотного льда диаметром от 5 мм до 15 см, обычно вместе с ливневым дождем при грозе.

6) Снег – твердые атмосферные осадки, состоящие из ледяных кристаллов или снежинок различной формы, выпадающие из облаков при температуре воздуха ниже 0 °С.

7) Гололед – слой плотного льда, образующийся на земной поверхности и на предметах при намерзании переохлажденных капель дождя или тумана.

8) Сильный снегопад – продолжительное интенсивное выпадение снега из облаков, приводящее к значительному ухудшению видимости и затруднению движения транспорта.

9) Сильная метель – перенос снега над поверхностью земли сильным ветром, возможно в сочетании с выпадением снега, приводящий к ухудшению видимости и заносу транспортных магистралей.

10) Туман – скопление продуктов конденсации в виде капель или кристаллов, взвешенных в воздухе непосредственно над поверхностью земли, сопровождающееся значительным ухудшением видимости.

11) Пыльная буря – перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром, сопровождающийся ухудшением видимости, выдуванием верхнего слоя почвы вместе с семенами и молодыми растениями, засыпанием посевов и транспортных магистралей.

12) Засуха – комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха, приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель.

В. Опасные гидрологические явления и процессы (наводнения, половодья, паводки, заторы, зажоры, нагоны и др.).

Наводнение – это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море в период снеготаяния, ливней, ветровых нагонов воды, при заторах, зажорах и т.п. К особому типу относятся наводнения, вызываемые ветровым нагоном воды в устья рек. Наводнения приводят к разрушениям мостов, дорог, зданий, сооружений, приносят значительный материальный ущерб, а при больших скоростях движения воды (более 4 м/с) и большой высоте подъема воды (более 2 м) вызывают гибель людей и животных. Основной причиной разрушений являются воздействия на здания и сооружения гидравлических ударов массы воды, плывущих с большой скоростью льдин, различных обломков, плавсредств и т.п. Наводнения могут возникать внезапно и продолжаться от нескольких часов до 2–3 недель.

Г. Природные пожары – неконтролируемые процессы горения, стихийно возникающие и распространяющиеся в природной среде. Пожары распространяются на соседние торфяные и лесные массивы, а также населенные пункты:

1) Лесной пожар распространяется по лесной площади. Бывают низовыми, верховыми и подземными.

2) Полевой и степной пожар – естественно возникающие или искусственно вызываемые палы в поле или степи. Полевые пожары приводят к гибели урожая зерновых культур.

3) Торфяной пожар – возгорание торфяного болота, осушенного или естественного, при перегреве его поверхности лучами солнца или в результате небрежного обращения людей с огнем.

Лесные, торфяные и полевые пожары наносят урон экономике нашей страны и окружающей природной среде: приводят к серьезному и долговременному ухудшению состояния водосборных бассейнов, гибели массивов ценных древесных пород, диких животных, уничтожению жилых домов, других построек и гибели людей.

Особую опасность представляют лесные и торфяные пожары на территориях, загрязненных радионуклидами. Зона пожаров – территория, в пределах которой в результате стихийных бедствий, аварий или катастроф, неосторожных действий людей возникли и распространились пожары.

В РБ наиболее вероятными природными ЧС являются наводнения, ураганы, лесные и торфяные пожары, ливни, засухи, смерчи. Они наносят

материальный ущерб и вызывают различные заболевания, иногда с человеческими жертвами.

Некоторые природные ЧС называют стихийными бедствиями – катастрофическими природными явлениями (процессами), которые могут вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия. В частности, они вызывают:

1) гибель людей в результате воздействия на них ядовитых раскаленных газов и лавы во время извержений вулканов, приливной волны во время цунами и тайфунах, водно-грязевых потоков селей и т.д., а также травматизма во время разрушении жилых и общественных зданий, производственных объектов и технических сооружений;

2) уничтожение сельскохозяйственной продукции на полях и плантациях, в хранилищах и на складах;

3) гибель сельскохозяйственных животных;

4) разрушение коммунальной инфраструктуры, в том числе электросетей, систем связи, водопровода и канализации. Последнее обстоятельство часто приводит к массовым вспышкам инфекционных заболеваний после стихийных бедствий.

2.2. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации

Биолого-социальная чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной чрезвычайной ситуации на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, угроза существованию домашних и сельскохозяйственных животных, произрастанию сельскохозяйственных растений.

Источниками биолого-социальных ЧС могут быть особо опасные инфекционные болезни людей, домашних и сельскохозяйственных животных, а также инфекционные болезни сельскохозяйственных растений и их вредители.

В странах СНГ, на долю биолого-социальных ЧС, по сравнению с общим числом ЧС, приходится – 3,0%, число погибших – 6,0% и количество пострадавших (ставших инвалидами или получивших осложнения) – 1,0%.

Общая характеристика микробов

Инфекционные заболевания вызываются болезнетворными микроорганизмами (микробами), могут передаваться от зараженного организма или растения к здоровому и вызывать поражения на территориях многих стран и многих континентов.

В общем случае количество как болезнетворных, так и не болезнетворных микроорганизмов измеряется астрономическими числами.

Микроорганизмы имеют размер менее 1/10 мм и человеческим глазом не видны. Их количество в 1 куб. см почвы составляет несколько миллионов, в 1 куб. см океанской воды – не менее 1 млн, на лапках обычной мухи имеется около 1 млн микробов. Микробы вездесущи: их можно обнаружить в океане на глубине до 7 км, во льдах Антарктиды на глубине до 500м, в околоземном пространстве на высоте до 300 км.

Некоторые микробы обладают удивительными свойствами. Они выдерживают давления до 3000 атмосфер, не гибнут в условиях глубокого вакуума, сверхнизких температур, выдерживают облучение в несколько тысяч рад/ч и даже живут в ядерных реакторах. Некоторые микробы способны выдерживать и сверхвысокие температуры, изменять параметры окружающей среды – подкислять, нейтрализовать ее, поддерживать температуру. В качестве пищи они могут использовать как органические, так и неорганические вещества, например фенолы, а при недостатке пищи способны впадать в спячку и находиться в этом состоянии многие тысячи лет до появления благоприятных условий.

Микроорганизмы выполняют в природе разнообразную функцию: участвуют в круговороте веществ в природе, регулируют формирование структуры почвы, участвуют в разложении и минерализации органических веществ в почве.

Влияние микробов на жизнь человека, животных и растений огромно и неоднозначно, они приносят не только вред, но и пользу. Так жизнь высших животных без микроорганизмов просто невозможна: в желудке человека только число видов микробов достигает 500 – они помогают ему переваривать пищу. Растениям микроорганизмы помогают усваивать азот из воздуха. Многие микроорганизмы используются в технологии приготовления таких продуктов питания как масло, сыр, вино, квас и т.д.

Классификация болезнетворных микробов

Микробы – мельчайшие одноклеточные или многоклеточные живые существа различных форм и размеров, а также живые существа неклеточной природы. Микробная клетка состоит из ядра (молекулы ДНК), оболочки и цитоплазмы. Многие микробы имеют и органы движения, они размножаются простым делением пополам. Различают болезнетворные и неболезнетворные микробы.

Болезнетворные (патогенные) микробы – паразиты, т.е. живут и размножаются в других организмах. Они выделяют ядовитые вещества – токсины, которые поражают организм человека, животного и растения, т.е. служат возбудителями «заразных болезней».

Возбудитель инфекционной болезни – патогенный микроорганизм, эволюционно приспособившийся к паразитированию в организме человека или животного и потенциально способный вызывать заболевание инфекционной болезнью. Источником инфекционной болезни является

организм зараженного человека или животного, в котором идет естественный процесс сохранения, размножения и выделения во внешнюю среду возбудителя инфекционной болезни.

В настоящее время известно свыше 600 видов возбудителей заразных заболеваний, но ученые считают, что их не менее 1000. Более того, за счет мутаций за последние 40 лет появилось 37 болезнетворных микробов, которых ранее в природе не существовало. Мутации возникают в результате экологических загрязнений среды обитания.

По типу приспособленности к питательной среде болезнетворные микробы делят на условно-патогенные и патогенные.

Условно-патогенные (условно-болезнетворные) в обычных условиях вреда человеку не приносят, но при определенных условиях, например, при охлаждении, голодании, переутомлении, облучении радиацией, наличии стресса могут проявить себя (например, ангина).

В зависимости от форм и размеров различают: бактерии, риккетсии, вирусы, грибки, простейшие, прионы.

Бактерии – одноклеточные организмы растительной природы. Однако у них нет типичного клеточного ядра, они лишены хлорофилла и пластид и размножаются простым делением пополам.

Бактерии вызывают такие заболевания, как: сибирская язва, чума, холера, туберкулёз, сеп, туляремия, столбняк, гангрена и др. Инкубационный период большинства болезней 1–6 суток, смертность составляет 80–100%. Разновидностью бактерий являются спирохеты, которые не имеют оболочки и вызывают такие заболевания как сифилис, возвратный тиф.

В зависимости от формы клеток бактерии делятся на 4 вида:

- шаровидные (микрококки, диплококки, стрептококки, сарцины, стафилококки);
- палочковидные (подавляющее большинство известных видов бактерий);
- нитчатые (обитают в воде, серобактерии, железобактерии);
- имеющие извитую форму (вибрионы, спириллы).

Бактерии бывают спороносными и неспороносными, подвижными и неподвижными. Медицинская систематика делит бактерии в зависимости от способности вызывать определённые заболевания. Так, они делятся на пять порядков, три подпорядка, 15 семейств, в каждом из которых выделяют трибы и роды.

Риккетсии – внутриклеточные паразиты, по размеру меньше бактерий, но больше вирусов. Тело микроба состоит из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки. Вызывают такие заболевания, как: сыпной тиф, клещевую пятнистую лихорадку, лихорадку цуцугамуши, Ку-лихорадку, везикулёзный риккетсиоз, риккетсиозы животных, крысиный риккетсиоз, пятнистую лихорадку и др. Риккетсии – группа бактериоподобных

микроорганизмов, паразитирующих у различных видов членистоногих. Наиболее многочисленные представители этой группы микроорганизмов относятся к непатогенным, т.е. не являющимся болезнетворными для млекопитающих. Значительно меньшую их часть составляют патогенные риккетсии, которые помимо поражения кровососущих членистоногих (вши, блохи, клещи), вызывают специфическую риккетсиозную инфекцию. Риккетсии являются внутриклеточными паразитами, размножаются в клеточной цитоплазме и в ядре. Заболевания, вызываемые риккетсиями, обозначаются как риккетсиозы (крысиный моноцитоз собак и крупного рогатого скота), а также сыпной тиф и различные лихорадки.

Вирусы – мельчайшие микробы, во много раз меньше бактерий, не растущие на искусственных питательных средах и являющиеся внутриклеточными паразитами клеток человека, животных, растений и бактерий. Это самый большой отряд болезнетворных микробов.

Вирусы не имеют клеточного строения. Тело вируса состоит из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки. Они способны проходить через поры фильтров, не пропускающие бактерий. После проникновения в клетку вирус освобождается от оболочки и размножается, используя материал клетки и подавляя ее функции. К вирусным заболеваниям относят: грипп, корь, энцефалиты, натуральную оспу, бешенство, ветряную оспу, трахому, краснуху, герпес, желтуху, полиомиелит, СПИД, ящур, рак энцефалит и др. Есть данные, что атеросклероз и инфаркт миокарда тоже результат действия вирусов. Есть вирусы, способные размножаться внутри бактериальной клетки и тогда такая бактериальная клетка вызывает такие болезни как: холера, дизентерия, дифтерия, брюшной тиф и др. Различают следующие формы вирусов: палочковидная, шаровидная, кубоидальная, сперматозоидообразная, нитевидная. Вирусы делят на 5 классов в зависимости от вызываемого ими заболевания.

Грибки – многоклеточные организмы растительной природы, вызывающие такие болезни как парша, стригущий лишай и др. Они непосредственно летальных исходов не вызывают, но трудно поддаются лечению и в целом отрицательно сказываются на здоровье человека.

Простейшие – одноклеточные организмы животного происхождения. Это паразиты человека, животных и растений. Простейшие – тип мелких (преимущественно микроскопических) животных, состоящих из одной клетки. Клетка простейших – целостный организм. Они могут образовывать колонии, формирующиеся путём последовательного деления одной особи. Для простейших характерен сложный жизненный цикл со сменой хозяев, как например, у возбудителей малярии и др. кровепаразитов животных и человека. Известно свыше 15 тыс. видов простейших. Большинство из них ведёт свободный образ жизни и обитает в океанах, морях и иных водоёмах с пресной или солёной водой. Многие простейшие находятся в воде во

взвешенном состоянии (планктон), другие являются членами бентоса. Значительное число видов простейших ведёт паразитический образ жизни, паразитируя у многих животных и человека и вызывая различные заболевания.

Наиболее распространенными заболеваниями являются: лейшманиоз, лямблиоз, трипаносомоз, трихомонадные заболевания, токсоплазмоз, кокцидоз, пневмоцистоз, саркоспоридиоз, малярия и др.

Прионы (патологические белки), более примитивны, чем вирусы. В них нет даже нуклеиновых кислот. Прионы вызывают «медленные» инфекции. В частности, они разрушают нейроны головного мозга, человек постепенно теряет память, его поражает паралич, проявляется также старческий маразм, синильный психоз. Прионы имеют большой инкубационный период, поэтому и проявляются в возрасте более 60 лет.

Чрезвычайные ситуации, вызванные инфекционными заболеваниями людей

Процесс возникновения и распространения инфекционных заболеваний среди людей называется эпидемическим процессом. Он представляет собой цепь последовательно возникающих однородных инфекционных заболеваний людей.

Частота возникновения болезней бывает различной:

- спорадическая заболеваемость – обычный уровень заболеваемости, свойственный соответствующей болезни в данной местности;
- единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний. Экзотическая заболеваемость – заболеваемость, возникающая при завозе возбудителей на территорию, свободную от данной инфекционной формы;
- групповые случаи опасных инфекционных заболеваний;
- эпидемическая вспышка опасных инфекционных заболеваний, превышающая постоянно регистрируемую заболеваемость на определенной территории, свойственную данной местности.

Место, где появляются заболевшие люди, окружающие его люди и животные, а также та территория, в пределах которой возможно заражение людей возбудителями инфекционных болезней называют эпидемическим очагом. Эпидемический очаг является первичным элементом эпидемического процесса – непрерывной цепи последовательно развивающихся взаимосвязанных инфекционных состояний (больные – носители – здоровые), регистрируемых в человеческом коллективе при определённых природных и социальных условиях. Распространение болезней происходит в форме эпидемии или пандемии.

Эпидемия – массовое, прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной

территории уровень этой заболеваемости. Эпидемия обычно распространяется в населенных пунктах и на определенной территории, т.е. в эпидемических очагах.

Высшую степень эпидемического распространения, превосходящую размер обычно наблюдающихся эпидемий данного заболевания, называют *пандемией*. Под термином пандемия подразумевают необычное повышение заболеваемости, как по уровню, так и по масштабам распространения с охватом ряда стран и целых континентов. При пандемиях иногда регистрируются инфекционные заболевания не выявленной этиологии.

В истории человечества известны огромные масштабы гибели людей от инфекционных болезней. Эпидемия чумы за период с 1348 по 1350 г. унесла жизни 25 млн. человек. Основным бедствием XVIII века и начала XIX столетия был сыпной тиф, а во второй половине XIX такую же роль стал играть брюшной тиф. Пандемия гриппа, охватившая несколько континентов в 1918–1919 гг., унесла жизни около 20 млн. человек, т.е. примерно в 2 раза больше, чем было убито за всю первую мировую войну. По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время ежегодно на Земном шаре переносят инфекционные заболевания свыше 1 млрд. человек. Ежегодно погибает от инфекционных болезней 13–15 млн. человек, преимущественно дети и молодые люди. Это четвертая часть общего количества смертей, а в развивающихся странах эта доля достигает 50%.

Для количественной характеристики эпидемического процесса используют такие понятия, как заболеваемость, смертность и летальность.

Заболеваемость определяется отношением числа заболеваний за определенный период времени (например, за год) к числу жителей данного района, города в тот же период. Заболеваемость выражается коэффициентами на 100 тыс., 10 тыс. или 1 тыс. человек.

Смертность – число смертей от данного заболевания, выраженное коэффициентом на 100 тыс., 10 тыс., 1 тыс. человек, охваченных эпидемиологическим наблюдением.

Заболевания людей проявляется в виде особо опасной инфекции. Особо опасная инфекция (чума, холера, натуральная оспа, жёлтая лихорадка и др.) – состояние зараженности организма, проявляющееся в виде инфекционной болезни, прогрессирующей во времени и пространстве и вызывающей тяжелые последствия для здоровья людей либо летальные исходы.

Для возникновения и распространения инфекционных болезней – эпидемического процесса необходимо наличие определенных условий или трех звеньев эпидемической цепи: источника инфекции, путей передачи, восприимчивых к болезни людей.

1) Источниками заразных болезней являются больные люди и животные.

2) Пути передачи болезней разнообразные: воздушно-капельный путь, через повреждённую кожу и укус кровососущих паразитов (блохи, вши,

комары, москиты, клещи), заражённых болезнетворными микробами; энтеральный (через желудочно-кишечный тракт) при употреблении заражённых микробами продуктов питания и воды; соприкосновение с заражёнными предметами и животными; прямой контакт с больным человеком.

3) Третьим звеном эпидемического процесса является человек, восприимчивый к инфекционным болезням. Степень восприимчивости человека зависит от наличия и напряженности естественного или искусственного иммунитета.

По механизму передачи инфекции и локализации в организме возбудителя инфекции, вызываемые ими болезни классифицируют на следующие 4 группы:

1) кишечные инфекции – передаются через загрязнённую воду, пищу, руки и др. К ним относятся брюшной тиф, паратиф, дизентерия, холера, ботулизм и др.;

2) инфекции дыхательных путей – заражение человека происходит в результате вдыхания воздуха, содержащего взвешенные в нём заражённые капельки. К этой группе болезней относятся такие болезни, как корь, оспа, краснуха, коклюш, дифтерия, скарлатина, менингит, пневмония, ангина и др.;

3) кровяные инфекции – передаются с кровью кровососущими организмами. Важную роль в профилактике этих болезней играет борьба с переносчиками малярии, тифа, энцефалита и др.;

4) инфекции наружных покровов – поражения кожи и её придатков, наружных слизистых оболочек глаз, рта, половых органов, включая «раневые» инфекции. Такими болезнями являются 4 венерические болезни (сифилис, гонорея, мягкий шанкр и паховый лимфогрануломатоз) и 2 болезни укуса (бешенство и содоку), а также чесотка, парша, стригущий лишай, бородавки, трахома, стоматиты и др.

Возбудители инфекционных заболеваний, проникая в организм человека, животного или растения, находят там благоприятную среду для развития. Быстро размножаясь, они выделяют ядовитые продукты (токсины), которые разрушают ткани и приводят к нарушению нормальных процессов жизнедеятельности организма. Болезнь возникает через несколько часов или суток с момента заражения. В этот период, называемый инкубационным, идет размножение микробов и накопление токсических веществ в организме без видимых признаков заболевания. Носитель их заражает окружающих или различные объекты внешней среды.

Рассмотрим примеры наиболее опасных инфекционных болезней.

Чума – особо опасное инфекционное заболевание, которое вызывается чумными палочками, способными распространяться по всему организму. Источником заражения являются крысы, суслики, тарабаганы, верблюды, а

переносчиками возбудителя – блохи. Инкубационный период составляет 2–3 суток. Чума характеризуется сильнейшей интоксикацией организма, тяжелым поражением сердечно-сосудистой системы, иногда пневмонией, кожной язвой. Смертность составляет 80–100%. Может протекать в трех формах: кожной (бубонной), легочной и кишечной. Симптомы заболевания. При всех формах наблюдается: общая слабость, озноб, головная боль, шаткая походка, речь «заплетается», высокая температура (39–400°С), затемнение сознания.

При бубонной форме отмечается боль в паху или под мышками, где позже образуются нарывы.

При лёгочной форме больных беспокоит сильная одышка, режущие боли в груди, кашель с выделением кровянистой мокроты. Лёгочная форма наиболее опасна для жизни больного и для окружающих.

При употреблении мяса больных животных возникает кишечная форма чумы. В этом случае: живот больного вздут, печень и селезенка увеличены в размерах; спустя 1–2 суток после начала болезни паховые, бедренные, подмышечные или шейные лимфатические узлы увеличены, плотные, спаянные с окружающими тканями и резко болезненные; кожа над лимфатическими узлами (бубонами) покрасневшая, подкожная жировая клетчатка отёчная; отёк бывает весьма значительным и захватывает обширную область; при несвоевременно начатом лечении развивается инфекционно-токсический шок.

Холера – острое инфекционное заболевание желудочно-кишечного тракта. Вызывается двумя разновидностями холерного вибриона. Источник инфекции – больные люди и носители вибриона. Инфекция передается через воду, пищу и предметы, загрязненные выделениями больного. Инкубационный период – от нескольких часов до 5 суток. Для холеры характерны признаки острого и острейшего воспаления тонкого кишечника и желудка. Смертность составляет 10–80%. Наступает быстрое обезвоживание организма, изменение внешнего облика больного: черты лица заостряются, кожа становится синюшной.

СПИД – синдром приобретенного иммунного дефицита, вызываемый вирусом. Попадая в кровь, вирус внедряется в Т-лимфоциты, где проходит цикл его размножения, ведущий к гибели клетки-хозяина. Источник вируса – больной человек. Вирус передается через кровь или половым путем. Инкубационный период составляет от нескольких месяцев до 5 лет. Летальность при заболевании СПИДом достигает 65–70%.

Сибирская язва – острое инфекционное заболевание, вызванное бактериями. Человек заражается сибирской язвой при уходе за больными животными, их убойе, разделке туши, использовании меховой одежды, употребления в пищу мясных изделий, вдыхании инфицированного воздуха.

Инкубационный период составляет от нескольких часов до 8 суток. Смертность составляет без лечения до 100%.

Может протекать в кожной, легочной, кишечной и септической форме. Симптомы заболевания: при кожной форме – сначала появляются зудящие пятна на участках рук, ног, шеи и лица. Эти пятна превращаются в пузырьки с мутной жидкостью, со временем пузырьки лопаются, образуя язвы, при этом в области язвы нет чувствительности. Наиболее распространенной формой заболевания сибирской язвой является кожная (95%). В случае развития сибиреязвенного сепсиса смерть наступает на 1–3 сутки заболевания.

При легочной и кишечной форме аналогичные язвы образуются в легких и желудке. При всех трех формах может быть общая интоксикация организма, сильный озноб, высокая температура (39–40°C), сильная головная боль. При кишечной форме: общая слабость, рвота, понос, боли в животе и пояснице, вздутие живота. Во всех формах снижается сосудисто-сердечная деятельность, артериальное давление падает, быстро прогрессирует одышка, больной возбужден, бредит; в завершающей стадии могут быть судороги, потеря сознания. Болезнь длится 1–4 суток и заканчивается смертью. Крайне редко наступает выздоровление.

Легочная форма – наблюдается у лиц, занятых сортировкой шерсти, волос или обработкой кож заражённых животных. Течение болезни начинается потрясающим ознобом и повышением температуры до 39–40°C. Появляются боли в груди, кашель, насморк и слезотечение. При кашле выделяется пенная мокрота, окрашенная кровью. Бурно развивается картина тяжелой бронхопневмонии. Состояние больного с каждым часом ухудшается, нарастает одышка, синюшность, падает сосудисто-сердечная деятельность. Пульс становится слабо ощутимым, тоны сердца глухими, артериальное давление катастрофически падает, больной покрыт крупными каплями холодного пота. На 2–3 сутки болезни больной погибает.

Первично-септическая форма. Кроме сепсиса, возникающего как осложнение при кишечной форме, развитие процесса происходит без предшествующих местных изменений на коже (первичная септическая форма). Такие формы протекают очень бурно, с обилием геморрагических проявлений на коже. Эти случаи заканчиваются смертью в первые, реже вторые сутки болезни.

Дизентерия – острое инфекционное заболевание, вызывающее поражение толстой кишки. Смертность без лечения до 30%. Симптомы заболевания: лихорадка, рвота, частый жидкий стул с примесью крови и слизи. Повышение температуры тела. Боль в животе умеренная.

Туляремия – острое бактериальное заболевание, протекающее в различных формах. Смертность составляет от 5 до 30%. Симптомы заболевания: резкое повышение температуры, лихорадка, сильная головная

боль, боли в мышцах. При легочной форме болезнь протекает по типу воспаления легких, при кишечной форме характеризуется сильными болями в животе и поносом, при генерализованной форме местные признаки отсутствуют, но общее состояние здоровья тяжелое.

Туберкулез легких – острое инфекционное заболевание, трудно поддающееся лечению антибиотиками из-за изменчивости бактерии. Смертность зависит от своевременных мер лечения. Туберкулезом чаще болеют дети, люди старше 60 лет и больше мужчин. Симптомы заболевания: приступообразный сухой кашель или кашель с отделением слизисто-гнойной мокроты.

Менингит – инфекционное заболевание, вызывает воспаление головного и спинного мозга. Опасен осложнениями и последствиями, в частности может сохраниться слабоумие на всю жизнь или влечет задержку умственного развития. Симптомы заболевания: внезапный озноб, повышение температуры до 39–40°C, сильная головная боль, тошнота, рвота, сыпь на ягодицах, бедрах, руках, падение артериального давления, возможно поражение суставов.

Дифтерия – острая инфекционная болезнь, характеризующаяся воспалением слизистых оболочек зева, гортани и поражением различных органов, особенно сердечно-сосудистой и нервной систем. Сопровождается образованием пленок и тяжелым общим отравлением организма.

Сыпной тиф – возбудитель – риккетсии Провазека (*Rickettsia prowazeki*) переносчик инфекции – платяная, а иногда и головная вошь. Признаки сыпного тифа. Заболевание начинается остро с повышения в течение суток температуры до 38–39°C. Сыпь, появляющаяся одномоментно на 4–5-й (редко на 6-е) сутки болезни. Обильная, полиморфная сыпь, без склонности к слиянию, располагается на передней поверхности живота и груди, боковых отделах туловища, шеи, в поясничной области, на сгибательных поверхностях рук, внутренних и передних частях верхней трети бедер. Сыпь сохраняется на протяжении всего лихорадочного периода, оставляя на некоторое время пигментацию.

Вирусный гепатит тип А – инфекционная болезнь. Поражает печень. Источник инфекции человек. Попадает вирус в организм с грязными руками, с питьевой не кипяченой водой. Симптомы заболевания: тело человека приобретает желтый цвет, чувство тяжести в правом подреберье, температура тела повышается периодически, ухудшается работа сердечно-сосудистой системы.

В настоящее время особо опасными заболеваниями остаются: брюшной тиф, грипп, столбняк, скарлатина, свинка, оспа ветряная, оспа натуральная, корь, тиф брюшной, тиф сыпной, тиф возвратный, туберкулез и др.

ЧС, вызванные особо опасными инфекционными болезнями домашних и сельскохозяйственных животных

Инфекционные болезни животных – группа болезней, имеющая такие общие признаки, как наличие специфического возбудителя, цикличность развития, способность передаваться от зараженного животного здоровому и принимать эпизоотическое распространение. Вызываются патогенными бактериями, грибами, вирусами, риккетсиями.

Инфекционная болезнь – форма выражения комплекса защитно-приспособительных реакций организма на инфекцию. Многие инфекционные болезни животных, такие, как бруцеллез, сибирская язва, бешенство и другие, передаются человеку (антропозоонозы).

Все инфекционные болезни животных делят на 5 групп:

1-я группа – алиментарные инфекции передаются через почву, корм, воду. Поражаются органы пищеварительной системы. К таким инфекциям относят: сибирскую язву, ящур, сап, бруцеллез.

2-я группа – респираторные инфекции - поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких. Основной путь передачи – воздушно-капельный. К ним относятся: парагрипп, экзотическая пневмония, оспа овец и коз, чума плотоядных.

3-я группа – трансмиссивные инфекции, механизм их передачи осуществляется при помощи кровососущих членистоногих. Возбудители постоянно или в отдельные периоды находятся в крови. К ним относятся: энцефаломиелиты, туляремия, инфекционная анемия лошадей.

4-я группа – инфекции, возбудители которых передаются через наружные покровы без участия переносчиков. К ним относят: столбняк, бешенство, оспа коров.

5-я группа – инфекции с невыясненными путями заражения.

Распространение инфекционных болезней животных происходит в форме эпизоотий, панзоотий и энзоотий.

Энзоотия – одновременное распространение инфекционной болезни среди сельскохозяйственных животных в определенной местности, хозяйстве или пункте, природные и хозяйственно-экономические условия которых исключают повсеместное распространение данной болезни.

Эпизоотия – одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.

Условия возникновения эпизоотии. Возникновение эпизоотии возможно лишь при определенном комплексе взаимосвязанных факторов, представляющих собой так называемую эпизоотическую цепь. Одним ее звеном является источник возбудителя инфекции - больное животное или

микробоносите́ль. Другим звеном считают факторы передачи возбудителя инфекции (объекты неживой природы или живые переносчики). Третьим - восприимчивые животные.

Выделяются следующие виды эпизоотий:

по масштабам распространения – частные, объектовые, местные и региональные.

по степени опасности – легкие, средней тяжести, тяжелые и чрезвычайно тяжелые.

по экономическому ущербу – незначительный, средний и большой.

Панзоотия – массовое одновременное распространение инфекционной болезни с/х животных с высоким уровнем заболеваемости на огромной территории с охватом целых регионов, нескольких стран и материков.

Приведем примеры опасных инфекционных заболеваний животных.

Вирусные заболевания. У вирусов две формы существования: внутриклеточная и внеклеточная. Наиболее распространены вирусные инфекции, вызывающие респираторные и кишечные заболевания. Заболевания животных наносят значительный экономический ущерб, так как методика лечения большинства заболеваний не разработана. Поэтому таких животных обычно уничтожают.

Бешенство – острое инфекционное заболевание, которое вызывает вирус, проникающий в рану, и достигает центральной нервной системы. Повышенной восприимчивостью к бешенству обладают: собаки, кошки, крупный рогатый скот, лошади. Слабо чувствительны к бешенству птицы.

Ложное бешенство – острое инфекционное заболевание. Болеют: собаки, кошки, овцы, козы, птицы, лошади, крупный рогатый скот, человек. Вирус поражает центральную нервную систему, вызывает воспаление легких, лихорадку, зуд кожи.

Чума крупного рогатого скота – опасное инфекционное заболевание. Протекает аналогично, как и у человека.

Классическая чума свиней – вирусная болезнь. Ею болеют только домашние и дикие свиньи всех возрастов. Источник инфекции – больные и переболевшие свиньи. Чума может проявиться в любое время года, но чаще осенью. Летальность от чумы – 60 – 100%. Способы лечения не разработаны, поэтому заболевших немедленно убивают, а трупы сжигают.

Оспа – острое инфекционное заболевание. Болезнь поражает все виды животных и человека. Протекает в одной из форм оспенной или дифтерической. Если осложнений нет, то животные обычно выздоравливают.

Лейкоз крупного рогатого скота (белокровие, рак крови) – хроническая инфекционная болезнь. Вызывается вирусом и поражает животных с иммунологической недостаточностью. Характеризуется изменением состава

крови. Проявляется в виде лимфоцитоза и злокачественных образований в органах и тканях.

Ящура – вирусная болезнь парнокопытных животных. Распространяют болезнь птицы (воробьи, галки, вороны). Характеризуется лихорадкой и автотными поражениями слизистой оболочки ротовой полости, кожи, вымени и конечностей. Наиболее восприимчивы к ящуру крупный рогатый скот, свиньи. Менее чувствительны овцы и козы. Источники ящура – больные животные. Вирус передается с молоком, мочой и калом. Инкубационный период 1–7 суток. Передается человеку при контакте с больным животным и его продуктами. При пастеризации молока вирус гибнет через 30 минут, при кипячении – через 5 минут.

Болезнь Тешена – инфекционная болезнь свиней. Болезнь чаще проявляется весной и осенью развитием энцефалита или энцефаломиелита. Характеризуется повышением температуры до 41°C, судороги, параличи конечностей.

Псевдочума птиц – вирусная болезнь птиц из отряда куриных. Характеризуется поражением органов дыхания, пищеварения, центральной нервной системы. Источники болезни – больные и переболевшие птицы, выделяющие вирусы через все выделения, яйцами и выдыхаемым воздухом. Инкубационный период 24 часа. Заражение чаще происходит через корм, воду, воздух, как правило в осенне-летний период. Летальность составляет 60 – 90%.

Орнитоз – инфекционная природно-очаговая болезнь многих птиц, в том числе комнатных, а также млекопитающих и человека. Характеризуется атипичной пневмонией, фиброзным перитонитом, энцефалитом. Клинические признаки: насморк, вначале серозный, затем гнойный, птицы чихают и трутся крыльями о поверхность предметов, развиваются понос, параличи конечностей и крыльев.

Ньюкаслская болезнь птиц – чаще встречается у представителей отряда куриных. Пассивным переносчиком может быть и человек. Клинические признаки: наблюдается вялость, взъерошенность, низкая выводимость цыплят, хрипы, прекращение яйцекладки, цианоз гребня и сережек, слизистые истечения из клюва, фекальные массы водянистые, дыхание затрудненное, координация движений нарушена, крылья отвисают.

Болезнь Марека – болезнь кур индеек, сопровождающаяся поражением центральной нервной и периферической системы, лимфоидными нарушениями. Клинические признаки: отмечаются парезы и параличи конечностей, крыльев, шеи, хвоста, хромота; изменяется форма зрачка, постепенно наступает слепота.

Инфекционный гепатит – вирусное заболевание собак и других плотоядных (песцов, лисиц, волков). Характеризуется лихорадкой, воспалением слизистых оболочек и поражением печени.

Бактериальные заболевания

Туберкулез (животных, человека и птиц) – хроническое инфекционное заболевание с локализацией в большинстве внутренних органов, чаще легких. У птиц поражаются печень, селезенка, пищевод, суставы, мышцы; у крупного рогатого скота чаще поражаются легкие и кишечник (кашель и понос); у кошек и собак протекает в легочной и кишечной форме.

Сибирская язва – особо опасное острое инфекционное заболевание человека и животных (кроме птиц). Характеризуется отеками и кровоизлияниями в различных органах и тканях.

Листериоз – болезнь, передающаяся от животных к человеку. Характеризуется поражением центральной нервной системы. Характерный симптом – желтуха, повышается температура, озноб, в моче появляется кровь, нередко понос, головная и мышечная боль, воспаление конъюнктивы, поражение почек, желтушное окрашивание слизистых оболочек глаз.

Туляремия – инфекционная болезнь животных и человека. Признаки: высокая температура, лихорадка, понос, учащенное дыхание, шаткая походка, образование грануломатозно-некротических очажков в различных органах. Птицы чаще переболевают бессимптомно, большинство погибают.

Сальмонеллез – инфекционные болезни, вызываемые кишечными бактериями. Болеют: овцы, крупный рогатый скот, свиньи, лошади, пушные звери, домашние птицы, собаки, кошки. Это кишечные бактерии. Сохраняются в открытых водоемах до 120 суток, в яйцах – до 13 месяцев. Гибнут при температуре 70°C в течение 5–10 минут, устойчивы к антибиотикам.

Пастереллез – инфекционная болезнь животных и человека. Клинические признаки совпадают с признаками холеры.

Ботулизм – инфекция человека и животных, проявляющаяся парезом и параличом мышц. Токсин микроба, попадая в кровь, поражает головной мозг, сердечно-сосудистую систему. Смертность заболевших животных – 100%. Токсин устойчив к внешним факторам

Бруцеллез – заболевание домашних и некоторых диких животных, представляющее опасность и для человека. Собаки и кошки могут заражаться любым видом бруцели (мелитензис, абортус, овис и др.). Заражение животных происходит при поедании мяса, молока от больных бруцеллезом коров, овец, свиней.

Столбняк – раневая бактериальная инфекция, встречающаяся у многих видов животных и человека. Проявляется спазматическим сокращением мускулатуры.

Чрезвычайные ситуации, вызванные болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений

Известно, что ежегодно потери урожая от поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями составляют около

30% и еще около 20% продукции погибает во время ее хранения. Известно более 68000 видов болезнетворных микробов и вредителей, которые способны повреждать растения и таким образом снижать урожай.

Приводим основные понятия, которые используются для оценки болезней и вредителей растений.

Болезнь растений – это нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды, приводящее к снижению продуктивности растений или полной их гибели.

Фитопатоген – возбудитель болезни растений, выделяет биологически активные вещества, губительно действующие на обмен веществ, поражая корневую систему, нарушая поступление питательных веществ. Восприимчивость растений к фитопатогену зависит от устойчивости сортов, времени заражения и погоды. Распространение болезней и вредителей растений происходит в форме эпифитотий, энфитотий и панфитотий.

Эпифитотия – массовое, прогрессирующее во времени и пространстве инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений и/или резкое увеличение численности вредителей растений, сопровождающееся массовой гибелью сельскохозяйственных культур и снижением их продуктивности.

Энфитотия – одновременное распространение инфекционной болезни среди сельскохозяйственных растений в определенной местности, хозяйстве, пункте, природные и хозяйственно-экономические условия которых исключают повсеместное распространение данной болезни.

Панфитотия – массовое заболевание растений и резкое увеличение вредителей сельскохозяйственных растений на территории нескольких стран и континентов.

Классификация болезней растений производится по следующим признакам: место или фаза развития растений (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений); место проявления (местные, локальные, общие); течение (острые, хронические); поражаемая культура; причина возникновения (инфекционные, неинфекционные).

Среди заболеваний растений имеются как инфекционные, так и неинфекционные. Неинфекционные заболевания растений, в основном, вызываются дисбалансом или дефицитом отдельных микроэлементов в почве, а также климатическими условиями, состоянием погоды и т.п. Инфекционные заболевания растений, в основном, вызываются бактериями, вирусами и грибами.

Часто болезни объединяют в группы с аналогичными или одинаковыми симптомами и называют их типами болезней.

Все патологические изменения в растениях проявляются в разнообразных формах и подразделяются на основные типы: гнили, мумификация, увядание, некрозы, налеты, наросты и др.

Наиболее распространенными в Республике Беларусь являются: различные виды гнили (36 наименований), плесени (более 15 наименований), ржавчины (9 наименований), пятнистость (47 наименований), некрозы, раковые образования, налеты, пустулы, бактериозы, мозаика, головня (более 10 наименований).

Приведем примеры некоторых наиболее опасных болезней и вредителей растений.

Вирусные заболевания – заболевания растений, вызываемые вирусами. Вирусные болезни делят на мозаики и желтухи. Мозаика (полосатая, зеленая, курчавая). Поражаются: пшеница, горох, вишня, слива, яблоня, капуста, картофель, лук, огурцы, свекла, томаты. Вирус передается полосатой цикадкой. На листьях появляются хлоротичные пятна, листья желтеют, сливаются в продольные полосы, замедляется рост, затем гибель.

Желтуха. Верхняя часть растений становится бледно-зеленой или желтой окраски, затем гибель. Поражают мн. растения — картофель, клевер, лук, морковь,

Бактериальные болезни растений – бактериозы, болезни растений, вызываемые, главным образом, неспороносными бактериями семейств *Mycobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Bacteriaceae*. Поражают томат, картофель, капусту, огурец, лук, морковь, зерновые, плодовые и др. Поражения могут быть общими, вызывающими гибель всего растения или отдельных его частей.

Грибные заболевания – заболевания растений, вызываемые фитопатогенными грибами, это наиболее распространённые и вредоносные болезни сельскохозяйственных растений. Под воздействием грибов – возбудителей болезней в растениях возникают патологические процессы, сопровождающиеся нарушением структуры и физиол. функций растения или отдельных его частей. Внешне больные растения характеризуются местным (пятнистости – церкоспороз свёклы, парша яблони и груши и др.; грибные налёты – мучнистая роса и др.; язвы, пустулы – ржавчина растений) или общим (увядание растений) типом поражения. Грибные болезни растений передаются через посадочный материал. Патогенные грибы могут проникать в ткани растений через устья (мильдю винограда), водяные поры, чечевички, через клетки эпидермиса и кутикулу (кила капусты, рак картофеля), раны, возникающие от града (пузырчатая головня кукурузы), солнечных ожогов, морозобоин (чёрный рак яблони), через трещины. Многие насекомые, повреждая растения, открывают “ворота” инфекции, при этом часто переносят возбудителей болезней. Интенсивность развития болезни зависит от условий внешней среды, которые влияют как на растение, так и на паразита, на взаимоотношения между ними и на течение инфекционного процесса. Кроме этого, широко распространены такие

грибные заболевания как: фитофтороз, корневые гнили, плесень, аскохитоз, мучнистая роса, бурая пятнистость, альтернариоз и др.

Меры борьбы с болезнями растений: создание оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, возделывание устойчивых сортов, рациональное семеноводство; хим. обработка семян, рассады, посадочного материала; внесение препаратов в почву, химическая обработка вегетирующих и покоящихся сельскохозяйственных растений; лечение больных растений, например, оздоровление хлорозных деревьев; термическое обеззараживание семян пшеницы и ячменя от пыльной головни, прогревание клубней, саженцев и прививочного материала, заражённых некоторыми вирусами. Для предотвращения проникновения возбудителей болезней сельскохозяйственных растений из одной страны в другую проводят карантинные мероприятия.

Вредители растений. Наиболее опасными вредителями растений являются некоторые виды жуков, нематод, клещей, слизняков, грызунов, бабочек, мух, жужелиц, цикадок, пильщиков, трип-сов, клопов, блошек и др. Например колорадский жук и картофельная совка.

Биологические загрязнители, как источники биолого-социальных и экологических ЧС

Вспышки инфекционных болезней человека и животных в основном связаны с естественными процессами в космосе и в других средах, а также с антисанитарными условиями на отдельных территориях. Вместе с тем, антропогенные загрязнения окружающей среды вызывают генетические мутации в биологических системах. Подавление одних биологических видов и рост количества других, появление новых, ранее неизвестных опасных болезнетворных микробов – новый источник биолого-социальных ЧС. Таким образом, нарушение биологического и экологического равновесия – опасный процесс для жизнедеятельности человека из-за биологического загрязнения.

Биологическое загрязнение – это поступление и влияние на живую природу различных живых организмов, продуктов их жизнедеятельности, приводящих к нарушению биологического и экологического равновесия в природе и характерно для ситуаций экологического неблагополучия, которые рассматриваются позже.

Различают естественные и искусственные биологические загрязнители.

К естественным биологическим загрязнителям относятся:

- микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, как причину инфекционных, паразитарных заболеваний, интоксикации флоры, фауны и человека;
- растения-конкуренты и паразитарный симбиоз с аборигенными и с/х растениями;
- пыльца, вызывающая аллергические реакции у человека и животных;

- эвтрофикация, которая ухудшает физико-химические условия природных ареалов за счет повышения биопродуктивности;

- животные, резкий рост численности которых (саранча, энцефалитный клещ, волки и т.д.) приводит к росту заболеваемости и нанесению ущерба народному хозяйству;

- человек, большие скопления которого приводят к изменению газового состава атмосферы, загрязнению гидро- и литосферы, а следовательно, и к воздействию на биологические системы.

К искусственным биологическим загрязнителям относятся:

- медпрепараты, пищевые биодобавки, отходы микробиологической промышленности (антибиотики, консерванты и т.п.), которые вызывают аллергические, токсичные и канцерогенные реакции;

- биогенная эвтрофикация – интенсивное развитие и разложение биоты, приводящее к накоплению токсичных продуктов распада;

- интродуцированные (ввезенные) и транзитные животные (колорадский жук) – вредители сельского хозяйства и переносчики инфекционных заболеваний, а также паразитов человека, животных и растений;

- демографический взрыв, приводящий к росту биогенных и биологических отходов и воздействующих на биологические системы.

Наибольшую опасность для человечества представляют микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности. Появление новых микробов возможно за счет мутаций генов при воздействии на них некоторых химических веществ, отдельных лекарственных препаратов, воздействия внешней среды. Обычно против новых микробов нет медицинских препаратов, но даже старые, давно известные болезни не побеждены, а иммунная система людей ухудшается по многим причинам. Нарушение биологического и экологического равновесия часто вызывает лавинообразный процесс роста отдельных микробов. Так, каждые 8 часов один микроб может дать 16-ти миллионное потомство и вызвать ЧС биолого-социального и экологического характера.

2.3 Техногенные чрезвычайные ситуации

Источником техногенной ЧС является опасное техногенное происшествие, в результате которого на объекте, определенной территории произошла техногенная ЧС.

К опасным техногенным происшествиям относят аварии и катастрофы на объектах, на транспорте, пожары, взрывы на объектах, выбросы вредных для человека, биологического мира и объектов веществ. Во время этих происшествий могут высвободиться различные виды энергии, которые

представляют опасность для объектов, жизни и здоровья человека, и нередко для всего живого на Земле.

Основными причинами техногенных происшествий, которые являются источником техногенных ЧС, могут быть:

- отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации; многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них весьма высока и оценивается величиной 10^{-4} и более;
- ошибочные действия операторов технических систем; статистические данные показывают, что более 60% аварий происходит в результате ошибок обслуживающего персонала;
- высокий энергетический уровень технических систем;
- низкий профессионализм инженерно-технического состава и неудовлетворительная организация производственного менеджмента;
- концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимовлияния;
- внешние негативные воздействия на объекты энергетики, транспорта и др.

Ежегодно в мире происходит более 500 млн техногенных происшествий.

В этих происшествиях в основном проявляются физические, химические и биологические поражающие факторы, которые наносят ущерб здоровью людей, объектам и живой природе.

Особенностью техногенных ЧС в 20 и 21 веке является их выход за пределы техносферы, т.е. в результате техногенных происшествий наносится ущерб не только людям, объектам экономики и социальной сферы, но и биосфере, т.е. экологическим системам. Другими словами, некоторые техногенные происшествия могут стать причиной экологического неблагополучия на значительных территориях, что грозит гибели человеческой цивилизации.

Чрезвычайные ситуации, вызванные транспортными происшествиями.

Транспорт является связующим звеном современной системы хозяйствования. Транспортными средствами перевозится и все то, что может гореть, взрываться и загрязнять природную среду. Происшествия на транспорте происходят в форме аварий и катастроф.

Существуют понятия: транспортная авария и транспортная катастрофа.

Транспортная авария – это авария транспортного средства, повлекшая за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде.

Транспортная катастрофа – это крупная авария со значительными человеческими жертвами.

Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли, и (или) по поражающим факторам опасных грузов.

Известно, что более 50% аварий и катастроф в народном хозяйстве приходится на транспорт. Степень риска гибели при передвижении на различных видах транспорта разная. Наиболее безопасный вид транспорта для пассажиров – городской автобус, а наиболее опасный – легковой автомобиль и мотоцикл.

Дорожно-транспортное происшествие – это транспортная авария, возникшая в процессе дорожного движения с участием транспортного средства и повлекшая за собой гибель людей и (или) причинение им тяжелых телесных повреждений, повреждения транспортных средств, дорог, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Ежегодно в мире в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибает около 2 млн человек, а общее число лиц, получивших травмы превышает 50 миллионов человек.

В РБ ежегодно происходит от 7000 до 8000 ДТП, при этом ежегодно погибают 1,5–2 тыс. человек, травмы и ранения получают несколько тысяч человек, многие становятся инвалидами. Наибольшее число ДТП происходит в июле - октябре. Наиболее распространенными видами ДТП являются: наезды на пешеходов, столкновение транспортных средств и их опрокидывание.

Основными причинами ДТП являются: низкий профессиональный уровень отдельных водителей; невоспитанность, беспечность и самонадеянность как водителей, так и пешеходов; управление автомобилем в нетрезвом состоянии (ежегодно сотрудники ГАИ выявляют от 45 до 50 тыс. пьяных водителей); неисправности машины; плохие дороги; воздействие на психическое и физиологическое состояние водителя и пешеходов естественных и антропогенных экологических факторов (времени года, суток, состояние погоды, ухудшение здоровья от антропогенных экологических загрязнений и др.); неблагоприятные метеорологические условия.

Особенно опасными для пешеходов являются следующие виды городского транспорта:

- мотоциклы. В руках юнцов они превращаются в орудие убийства;
- троллейбусы и автобусы. Их неповоротливость несовместима с толчеей на остановках;
- легковые машины. Их водители чаще всего игнорируют правила безопасности движения;
- трамваи и грузовики. Их масса и длина тормозного пути не оставляют шансов на спасение.

Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте

Общая протяженность железнодорожных путей в РБ составляет более 5,6 тыс. км. Система железных дорог содержит 17 железнодорожных узлов, которые также представляют определенную опасность. Средняя грузонагруженность железных дорог в РБ самая высокая в СНГ. Она в 5 раз выше, чем в США и в 8–15 раз выше по сравнению с другими развитыми

странами. Опасные происшествия на железнодорожном транспорте происходят в виде крушения поездов, железнодорожных аварий и катастроф.

- *Крушение поезда* – это столкновение пассажирского или грузового поезда с другим поездом или подвижным составом, сход поезда с железнодорожного пути, результат которых – гибель и (или) ранение людей, разрушение локомотива или(и) вагонов.

- *Железнодорожная авария* – авария на железной дороге, повлекшая за собой повреждение одной или нескольких единиц подвижного состава железных дорог до степени капитального ремонта и (или) гибель одного или нескольких человек, причинение пострадавшим телесных повреждений.

- *Железнодорожная катастрофа* – железнодорожная авария со значительными человеческими жертвами.

Основными причинами аварий и крушений поездов на железнодорожном транспорте являются: неисправность пути, подвижного состава и технических средств управления; ошибки работников, отвечающих за безопасность движения поездов; нарушение правил переезда железнодорожных путей автомобильным транспортом и др.

Более 40% железнодорожных аварий происходит по вине путейских рабочих. Среди катастроф, крушений поездов и аварий различают: сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы на подвижном составе, столкновение поездов.

Следствием аварий и катастроф на станциях и перегонах являются:

- взрывы опасных грузов, приводящие к разрушению пути, вагонов, локомотивов, сооружений, зданий депо;
- пожары подвижного состава, станционных построек и других сооружений;
- разлив или выброс в атмосферу агрессивных или ядовитых веществ;
- поражение железнодорожных работников, пассажиров огнем, взрывами, ядовитыми жидкостями и газами;
- значительный материальный ущерб железнодорожному хозяйству, уничтожение перевозимых грузов.

Аварии и катастрофы на воздушном транспорте

В Республике Беларусь имеется 7 аэропортов со статусом международных. В гражданской авиации случаи полного или частичного разрушения воздушного судна, имеющего на борту пассажиров, принято называть авиационными происшествиями. Они могут произойти как в воздухе, так и на земле. Авиaproисшествия делят на катастрофы, аварии и поломки.

- *Авиакатастрофа* – опасное происшествие на воздушном судне, в полете или в процессе эвакуации, приведшее к гибели или пропаже без вести людей, причинению пострадавшим телесных повреждений, разрушению или повреждению судна и перевозимых на нем материальных ценностей.

Основные причины, которые приводят к авиaproисшествиям, можно объединить в следующие группы: ошибки человека – 50–60%, отказ техники

– 15–30%, воздействие внешней среды – 10–20%, прочие – 5–10%. Более половины авиапроисшествий происходит на аэродромах и прилегающей территории. По элементам полета они распределяются: взлет – 30%, крейсерский полет – 18%, заход на посадку – 16%, посадка – 36%.

Возможны следующие типы аварийных ситуаций в полете: декомпрессия (разреженный воздух в салоне) при разгерметизации самолета, пожар в самолете, удар при падении или посадке самолета.

Аварии и катастрофы на водном транспорте

Республика Беларусь располагает речным транспортом. Общая протяженность речных судоходных путей по территории Республики Беларусь составляет 2,6 тыс. км. Принята следующая классификация аварий и катастроф на водном транспорте:

- кораблекрушение – гибель судна или его полное разрушение;
- авария – повреждение судна или его нахождение на мели не менее 40 часов (пассажирского 12 часов);
- аварийное происшествие.

Одной из основных причин аварий на речном транспорте является человек. К наиболее тяжелым последствиям при авариях и катастрофах можно отнести пожары, взрывы, разлив нефтепродуктов и ядовитых веществ.

Аварии на трубопроводном транспорте

Общая протяженность магистральных нефтепроводов и продуктопроводов на территории РБ составляет почти 6 тыс. км., газопроводов – 5 тыс. км. Наиболее крупными из них являются нефтепровод “Дружба” и Самотлор – Новополоцк, газопровод Торжок – Минск – Иванцевичи.

Авария на трубопроводе – это авария на трассе трубопровода, связанная с выбросом или выливом под давлением опасных химических или пожаровзрывоопасных веществ, приводящая к возникновению техногенной ЧС. В зависимости от вида транспортируемого продукта аварии на магистральных трубопроводах могут представлять ту или иную опасность – от возможной гибели людей до нанесения вреда экономике и экологические бедствия.

Чрезвычайные ситуации, вызванные происшествиями на химически опасных объектах

В настоящее время в промышленности, сельском хозяйстве, в быту используется более 10 миллионов химических соединений, подавляющее большинство которых в естественной природе не существует. Ежегодно создается человеком до 250 тысяч наименований новых соединений. Но опасность представляют химические вещества, смертельная доза которых для человека не превышает 100 мг/кг. Считается, что опасными для здоровья человека являются более 10 тысяч химических соединений, но особую опасность представляют несколько сот из них, которые называются сильнодействующими ядовитыми веществами.

В РБ имеется 107 видов химически опасных веществ, но только 34 из них широко используются в народном хозяйстве.

Обычно химически опасные вещества используются на химически опасных объектах.

Химически опасный объект – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества.

Химическая авария – авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому поражению людей, сельскохозяйственных животных и растений, химическому заражению продовольствия, пищевого сырья, кормов и окружающей природной среды.

Опасное химическое вещество (ХОВ) – химическое вещество, прямое или опосредованное, воздействие которого может вызвать острые и(или) хронические заболевания людей и их гибель.

Химическое заражение – распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Выброс опасного химического вещества – выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества в количестве, способном вызвать химическую аварию.

Пролив опасного химического вещества – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения и транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

В результате выброса или вылива опасного химического вещества происходит химическое заражение территории. Эту территорию называют зоной химического заражения (рис. 2.1).

Зона химического заражения – территория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях и количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Зона химического заражения характеризуется:

- глубиной с поражающей концентрацией (участок Г);
- глубиной со смертельной концентрацией (глубина I);
- площадью зоны заражения;
- количеством очагов, попавших в зону заражения;
- количеством людей, попавших в зону заражения.

Примечание: глубина со смертельной концентрацией характерна только в случае однократного выброса газа.

Размеры и форма зоны заражения зависят от направления и скорости распространения ветра, состояния погоды, количества вылившегося или

выброшенного ХОВ, его агрегатного состояния, физических свойств, токсичности и др. В РБ глубина распространения некоторых ХОВ может превышать 20 км, а площадь возможного заражения – 5,3 тыс. кв. км, где может оказаться более 2 миллионов жителей республики.

На рисунке 2.1. зона возможного химического заражения представлена (вид сверху) в виде сектора. Фактически форма зона может иметь вид:

- окружности при скорости ветра до 0,5 м/с;
- полуокружности, при скорости ветра от 0,5 до 1 м/с;
- сектора, при скорости ветра от 1 до 8 м/с
- эллипса, при скорости ветра более 8 м/с.

Зона фактического заражения может находиться в пределах сектора возможного заражения в зависимости от скорости ветра. Необходимо учитывать, что чем больше скорость ветра, тем точнее прогноз. Особенностью распространения газа или аэрозолей ХОВ является то, что на высоте 100 м скорость ветра примерно в 2 раза больше, чем на высоте 10 м, зараженное облако вверх не поднимается и не рассеивается, а распространяется по направлению движения воздушного потока. При скоростях ветра более 5 м/с высота слоя зараженного воздуха не превышает 50 м.

Время рассеивания зараженного воздуха, а следовательно, и уменьшение концентрации ХОВ в воздухе зависит от степени вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха:

- инверсия препятствует рассеиванию зараженного воздуха;
- при изотермии сохраняются высокие концентрации, если скорость ветра не превышает 5 м/с;
- конвекция вызывает сильное рассеивание зараженного воздуха, но в условиях города этот слой не оказывает существенного влияния на характер распространения при длительном воздействии.

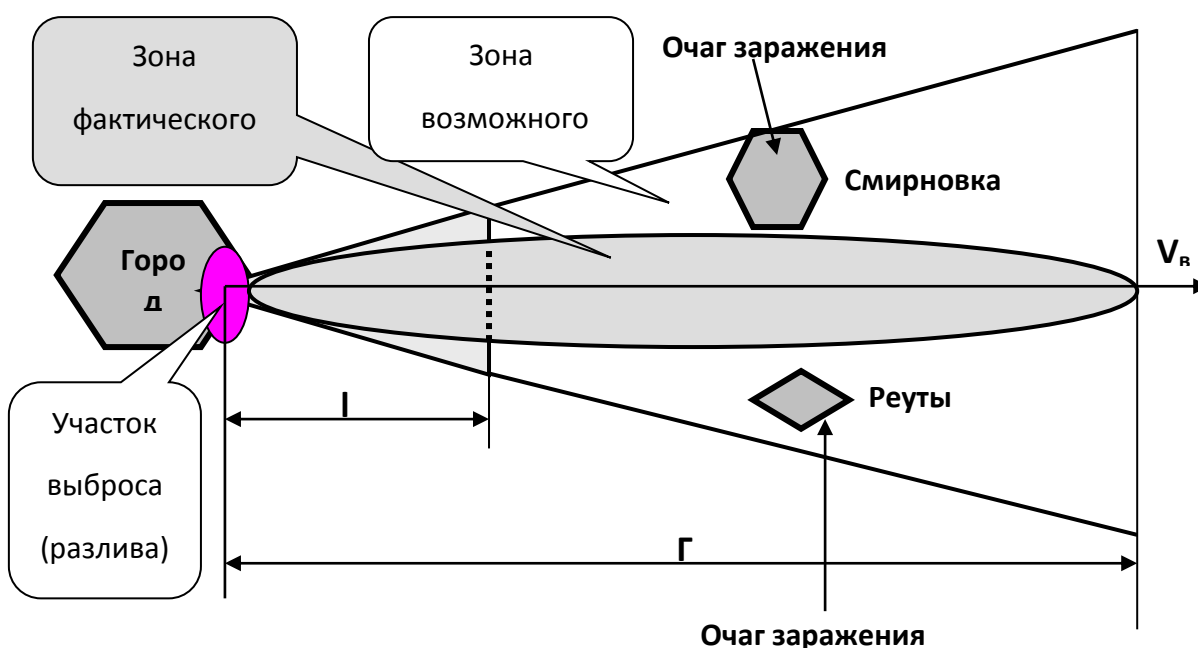


Рисунок 2.1 – Зона химического заражения

В пределах зоны химического заражения ХОВ на отдельных участках территории степень и глубина заражения зависит от рельефа местности, наличия растительности, населенных пунктов.

1. Отдельный холм или здание отклоняют ветер, образуются завихрения на наветренной стороне, а значит и участки пониженной концентрации ХОВ и участки застоя. Если в городе направление ветра совпадает с направлением улицы, то скорость ветра увеличивается и глубина распространения зараженного облака, при скорости ветра 4–8 м/с может увеличиться в 2–4 раза за счет подсасывания зараженного воздуха из вышележащего слоя.

2. Если на пути распространения облака ХОВ находится населенный пункт, здания которого расположены перпендикулярно вектору скорости ветра, то наблюдается рассеивание облака, глубина распространения ХОВ уменьшается примерно в 1,5 раза, но в зонах застоя (за домами, в парках) продолжительность заражения увеличивается.

3. В том случае, когда воздушный поток встречает лес, то над поверхностью леса возникают завихрения, скорость воздушного потока уменьшается, завихрения сохраняются на подветренной стороне леса на расстоянии до 500 м. В результате, в начале леса на глубину до нескольких сот метров образуется застой зараженного воздуха с повышенной концентрацией, а глубина распространения ХОВ уменьшается в 2 раза.

4. Котловина ослабляет ветер и уменьшает глубину распространения ХОВ примерно в 1,5 раза.

5. Если местность открытая, инверсия, температура кипения ХОВ до 20⁰С, то глубина распространения испарений ХОВ увеличивается в 2–3 раза.

6. При изотермии сохраняются высокие концентрации ХОВ.

Температура воздуха и почвы определяют агрегатное состояние ХОВ и тем самым оказывают влияние на скорость испарения и время заражения. Осадки, особенно дождь, снижает концентрацию ХОВ, а при заражении аммиаком нейтрализует его.

Очаг заражения – территория, в пределах которой в результате аварии на химически опасном объекте произошли массовые поражения людей, животных и растений.

Степень опасности ХОВ определяется токсичностью. Свойство веществ вызывать отравления (интоксикацию) организма называется токсичностью. Она характеризуется дозой вещества, вызывающей ту или иную степень отравления живых организмов.

Токсодоза – количественная характеристика опасности ХОВ, соответствующая определенному уровню поражения при его воздействии на живой организм. Различают среднюю смертельную токсодозу, которая вызывает смертельный исход у 50% пораженных, а также среднюю, выводящую из строя токсодозу, которая вызывает отравление у 50% людей, попавших в зону.

В РБ имеется более 540 объектов, где хранятся, используются или производятся опасные химические вещества. Общее количество людей, которое может попасть в зоны заражения, может достичь 5 миллионов человек. Химически опасные объекты могут иметь 4 степени опасности:

1-я степень – в зону заражения попадает более 75 тысяч человек, масштаб заражения региональный, время заражения воздуха – несколько суток, заражение воды – от нескольких суток до нескольких месяцев.

2-я степень – в зону заражения попадает от 40 до 75 тысяч человек, масштаб заражения местный, время заражения воздуха составляет от нескольких часов до нескольких суток, заражение воды – до нескольких суток.

3-я степень – в зону заражения попадает менее 40 тысяч человек, масштаб объектовый, время заражения воздуха – от нескольких минут до нескольких часов, заражение воды – от нескольких часов до нескольких суток.

4-я степень – зона заражения не выходит за пределы санитарно-защитной зоны или за территорию объекта, масштаб локальный, заражение воздуха – от нескольких минут до нескольких часов, заражение воды – от нескольких часов до нескольких суток.

В Республике Беларусь имеется: 3 объекта первой степени опасности, 11 объектов второй степени опасности, 221 объект третьей степени опасности и более 110 объектов 4 степени опасности.

Примеры объектов первой и второй степени опасности: ПО «Полимир», г. Новополоцк – запасы акрилонитриловой кислоты составляют 5000 тонн, синильной кислоты – 15 тонн, аммиака – 1140 тонн, хлора – 6 тонн; водозабор г. Новополоцка – 3 тонны хлора; ПО «Нафтан», г. Новополоцк – 400 тонн аммиака; ПО «Азот», г. Гродно – 20000 тонн аммиака; ПО «Химволокно», г. Гродно – 2 тонны хлора; мясокомбинат, г. Гродно – 40 тонн аммиака; ПО «Водоканал», г. Минск – 80 тонн хлора; Минский автомобильный завод имеет 67 тонн серной кислоты; ТЭЦ №3 г. Минска имеет 140 тонн серной кислоты, ПО мясной промышленности, г. Минск – 60 тонн аммиака. Всего на объектах г. Минска имеется более 300 тонн аммиака, более 250 тонн серной кислоты, более 80 тонн хлора, десятки тонн соляной кислоты.

Аварии и катастрофы на химически опасных объектах – нередкое явление. Так, в мире ежедневно регистрируется 17–18 химических аварий. В РБ ежегодно происходит от 10 до 25 аварий с выбросом ХОВ.

Основные причины аварий и катастроф на химически опасных объектах: превышение нормативных запасов; нарушение правил транспортировки и хранения; несоблюдение правил техники безопасности при использовании ХОВ на производстве; выход из строя отдельных агрегатов, механизмов, трубопроводов; неисправности транспортных средств; разгерметизация средств хранения; стихийные бедствия, приводящие к авариям на химически опасных объектах; возможные диверсии и террористические акты.

Химические вещества можно классифицировать по разным признакам.

По степени токсичности химические вещества делят:

- *чрезвычайно токсичные* (смертельная концентрация менее 1 мг/л или токсодоза менее 1 мг/кг, т.е. вызывает смерть у 50% пораженных);
- *высоко токсичные* (смертельная концентрация составляет 1–5 мг/л или 1–5 мг/кг соотв.);
- *сильно токсичные* (смертельная концентрация 6–20 мг/л или 1–5 мг/кг соотв.);
- *умеренно токсичные* (смертельная концентрация 21–80 мг/л или 501–5000 мг/кг соотв.);
- *мало токсичные* (смертельная доза 81–160 мг/л или 5001–15000 мг/кг соотв.);
- *практически нетоксичные* (смертельная доза свыше 160 мг/л и 15000 мг/кг соотв.).

К чрезвычайно токсичным веществам относятся:

- некоторые соединения металлов (органические и неорганические производные мышьяка, ртути, кадмия, свинца, таллия, цинка);
- карбонилы металлов (тетракарбонил никеля, пентакарбонил железа);
- вещества, содержащие цианогруппу (синильная кислота и ее соли, нитрилы, органические изоцианаты).

К высоко токсичным веществам относятся:

- соединения фосфора (хлорид фосфора, фосфин, фосфинид и др.);
- фторорганические соединения, галогены, фосген, этиленоксид, хлор, бром.

К сильно токсичным относятся: минеральные и органические кислоты (серная, азотная, фосфорная, уксусная, соляная); щелочи (аммиак, натронная известь); соединения серы (диметилсульфат, растворимые сульфиды, сероуглерод, хлорид серы, фторид серы, растворимые тиоцианаты); хлористый и бромистый метил; органические и неорганические нитро- и аминосоединения.

Вышеперечисленные вещества, опасны для здоровья и окружающей среды только в том случае, если переходят в основное поражающее состояние, чаще в пар, газ или аэрозоль.

Особую группу веществ, многие из которых токсичны для человека, составляют пестициды. Это препараты, предназначенные для борьбы с вредителями сельского хозяйства и сорняками.

По синдрому интоксикации опасные химические вещества можно разделить на семь групп:

Первая группа – вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, треххлористый фосфор, оксидхлорид, фосфора, фосген, хлорпикрин, хлорид серы, гидразин и др.);

Вторая группа – вещества преимущественно общедовитого действия (оксид углерода синильная кислота, водород мышьяковистый, динитрилфенол, динитроортокрезол, этиленхлоргидрин, акролеин и др.);

Третья группа – вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (сернистый ангидрид, сероводород, оксиды азота, акрилонитрил, фтористый водород и др.);

Четвертая группа – нейротропные яды, т.е. вещества, воздействующие на генерацию и передачу нервного импульса (ртуть, метилмеркаптан, оксид этилена, сероуглерод, фосфорорганические соединения и др.);

Пятая группа – вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак, ацетонитрил, кислота бромистоводородная, метил бромистый, метил хлористый, гептил, гидразин и др.);

Шестая группа – метаболические яды (дихлорэтан, оксид этилена и др.);

Седьмая группа – вещества, нарушающие обмен веществ в организме (диоксины, бензофураны, диметилсульфат, формальдегид и др.).

Кроме того, вредные вещества *по характеру воздействия* на здоровье человека делят на:

токсические – вызывающие отравление всего организма (окись углерода, циан, свинец, ртуть, мышьяк, бензол и др., а также их соединения);

раздражающие – вызывающие раздражение дыхательного центра и слизистых оболочек (хлор, аммиак, фтористый водород, окислы азота и др.);

сенсibilизирующие – вызывающие аллергические реакции (формальдегид, растворители и лаки на основе нитросоединений и т.п.);

канцерогенные – вызывающие развитие раковых заболеваний (никель и его соединения, хром и его соединения, амины, азбест, бензойная кислота и др.);

мутагенные – вызывающие изменение наследственных признаков (стирол, свинец, марганец, радиоактивные вещества и т.п.);

вещества, влияющие на репродуктивную функцию человека (ртуть, свинец, марганец, кадмий и др.).

По степени воздействия на организм человека ХОВ делят на 4 класса опасности с учетом попадания в легкие, желудочно-кишечный тракт и на кожу (таблица 2.1). В характеристиках опасных химических веществ обычно указываются и степени опасности. Например, хлор – второго класса опасности, аммиак – четвертого класса опасности и т.д.

Таблица 2.1 – Классы опасности сильнодействующих ядовитых веществ

Показатель степени опасности	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
ПДК ХОВ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1	1,1–10	Более 10
Средняя смертельная доза при введении в	Менее 15	15–50	51–500	Более 500

ЖКТ, мг/кг				
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001–50000	Более 50000

Важнейшей характеристикой опасности ХОВ является относительная плотность их паров (газов). Если плотность какого-либо вещества меньше 1, то это значит, что он легче воздуха и будет быстро рассеиваться. Большую опасность представляют ХОВ, относительная плотность которых больше 1. Они дольше удерживаются на поверхности земли (например, хлор), накапливаются в различных углублениях местности и их воздействие на людей будет более продолжительным.

Кроме того, ХОВ делят на стойкие и нестойкие. К первым относят соединения с температурой кипения выше 130°C, ко вторым – с температурой кипения ниже 130°C. Нестойкие ХОВ заражают местность на минуты, десятки минут, а стойкие могут сохранять поражающее действие от нескольких часов до нескольких недель и даже месяцев.

По скорости развития поражающего действия ХОВ разделяются на быстродействующие и медленнодействующие. При поражении первыми картина интоксикации развивается быстро – в первые десятки секунд, минуты и десятки минут. С момента контакта с медленно действующими веществами до появления выраженных признаков интоксикации проходит скрытый период от 1 до 10–12 часов.

С учетом вышеизложенного, очаги поражения ХОВ делят на 4 вида:

1. Очаг поражения с нестойкими быстродействующими веществами (синильная кислота, аммиак, оксид углерода и др.).
2. Очаг поражения с нестойкими медленно действующими веществами (фосген, пары азотной кислоты и др.).
3. Очаг поражения со стойкими быстродействующими веществами (фосфорорганические вещества, анилин и др.).
4. Очаг поражения со стойкими медленно действующими веществами (серной кислотой, диоксином, тетраэтилсвинцом и др.).

На практике, кроме названных пользуются и другими видами классификации ядовитых веществ.

Химические вещества (органические, неорганические, элементоорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- промышленные яды, используемые в производстве: например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);

- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве (пестициды, инсектициды и др.);

- лекарственные средства;

- бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;

- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, ос, скорпионов);

- отравляющие вещества (ОВ): зарин, зоман, иприт, фосген и др.

К ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в небольших количествах. Яды наряду с общей, ранее рассмотренной токсичностью, обладают и избирательной токсичностью.

По избирательной токсичности выделяют яды:

- сердечные с преимущественным кардиотоксическим действием. К этой группе относят многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);

- нервные, вызывающие нарушение психической активности (угарный газ, фосфорорганические соединения, алкоголь и его суррогаты, наркотики, снотворные лекарственные препараты;

- печеночные, среди которых следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;

- почечные – соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;

- кровяные – анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;

- легочные – оксиды азота, озон, фосген и др.

В Республике Беларусь наиболее опасными являются вещества, которые находятся в газообразном состоянии или распространяются в виде паров и могут быть источником ЧС. К ним относятся: аммиак, азотная кислота (конц.), ацетонитрил, ацетонциангидрин, водород хлористый, водород фтористый, водород цианистый, диметиламин, метиламин, метил бромистый, метил хлористый, нитрилакриловая кислота, окись этилена, сернистый ангидрид, сероводород, сероуглерод, соляная кислота (конц.), формальдегид, фосген, хлор, хлорпикрин, ртуть.

Приведем примеры некоторых наиболее распространенных в Республике Беларусь ХОВ и возможные их последствия для жизни и здоровья человека в случае аварий на химически опасных объектах.

- *Аммиак*. Это бесцветный газ с резким запахом, удельный вес 0,68 кг/м³, 4 класса опасности, растворим в воде, легко испаряется, транспортируется в сжиженном состоянии, при попадании в атмосферу

дымит. Горючий газ – горит при наличии постоянного источника горения. Пары с воздухом образуют взрывоопасные смеси. Емкости с аммиаком могут взрываться при нагревании. Аммиак используется при производстве азотной кислоты, соды, синильной кислоты и других неорганических соединений, удобрений.

Воздействие на человека. Соприкосновение жидкого аммиака с кожей вызывает обморожение кожных покровов. При вдыхании паров аммиака происходит отек легких и гортани, а при смертельной дозе (более 7 мг/л) наступает смерть от сердечной слабости и поражения легких.

- *Хлор.* Это газ зеленовато-желтого цвета с резким запахом, плотнее воздуха в 2,5 раза, 2 класса опасности, умеренно растворим в воде, хранится под давлением в емкостях в жидком состоянии. Является сильным окислителем. Применяется в промышленности, в том числе для отбеливания тканей и бумажной массы, в производстве пластмасс, каучуков, пестицидов, растворителей, в цветной металлургии, для обеззараживания питьевой воды.

Воздействие на человека. При вдыхании газа происходит отек легких. При смертельной дозе (0,1 мг/л в течение часа) наступает смерть от рефлекторного торможения дыхательного центра.

- *Синильная кислота.* Это бесцветная жидкость с запахом горького миндаля, 2 класса опасности, удельный вес 0,93 мг/л, смешивается с водой. Легко сорбируется различными материалами. Используют для получения аминокислот, акрилонитрила, при производстве пластмасс, в сельском хозяйстве – для борьбы с вредителями.

Воздействие на человека. Это вещество общедовитого действия, но особую опасность представляют пары, при концентрации паров более 10 г/м³ поражение организма происходит и через кожу. В результате воздействия паров наступает смерть из-за остановки дыхания и поражения центральной нервной системы.

- *Метан.* Это бесцветный газ, не имеющий запаха, удельный вес 0,717 кг/м³, 4 класса опасности, взрывоопасен (особенно в соотношении с воздухом 1:10), горит синеватым пламенем с выделением большого количества тепла, поэтому применяется в быту и как горючее на транспорте.

Воздействие на человека. Метан опасен при вдыхании, поражает центральную нервную систему, вызывает наркотическое состояние, смерть из-за остановки дыхания и сердца.

- *Азотная кислота.* Это бесцветная жидкость, 3 класса опасности, на воздухе дымит, под воздействием света и при нагревании частично разлагается с выделением бурых оксидов азота, хорошо смешивается с водой. Является сильнейшим окислителем. Негорючая жидкость, но опилки при соприкосновении с ней возгораются. Используется при производстве удобрений, взрывчатых веществ, в красильном деле, в полиграфии, в цветной металлургии для травления и разделения металлов, в качестве окислителя в ракетной технике.

Воздействие на человека. Раздражает верхние дыхательные пути, при значительных дозах может вызвать отек легких, разрушает зубы, вызывает конъюнктивиты, при попадании в желудочно-кишечный тракт может привести к смертельному исходу, при попадании на кожу вызывает сильные ожоги, долго незаживающие язвы.

Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами и взрывами на объектах

В РБ пожары и взрывы происходят на пожаровзрывоопасных объектах и в жилых массивах.

Пожаровзрывоопасный объект (ПВОО) – это объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения техногенной ЧС.

Взрыв – быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной ЧС.

Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей и опасность для природной среды.

В Республике Беларусь согласно Норм пожарной безопасности НПБ 5-2005 по взрывопожарной и пожарной опасности здания делят на категории А, Б, В, Г и Д, а помещения на – категории А, Б, В1–В4, Г1, Г2, Д. Наружные установки делят на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н, Д_н.

Краткая характеристика помещений по взрывопожарной и пожарной опасности:

Категория А – взрывопожароопасные. Такие помещения обычно содержат горючие газы (далее ГГ), легко воспламеняющиеся жидкости (далее ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в количестве, при котором могут быть образованы парогазовоздушные смеси, воспламенение которых вызовет ударную волну с избыточным давлением 5 кПа. К таким помещениям также относят вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в количестве, при взрыве которого возникает ударная волна с избыточным давлением более 5 кПа.

Категория Б – взрывопожароопасные. Такие помещения обычно содержат горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С, горючие жидкости (далее ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, воспламенение которых вызовет ударную волну с избыточным давлением 5 кПа.

Категория В – пожароопасные. Такие помещения обычно содержат ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и

гореть, при условии, что помещения, где они имеются не относятся к категориям А или Б.

Категория Г1. Такие помещения обычно содержат: ГГ, ЛВЖ, ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, используемые в качестве топлива.

Категория Г2. Такие помещения обычно содержат негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени.

Категория Д – негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности:

Категория А – взрывопожароопасные, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в ней помещений, но не более 1000 м² и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Категория Б – взрывопожароопасные, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категории А;
- суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м².

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади в всех размещенных в ней помещений, но не более 1000 м² и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Категория В – пожароопасные, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А и Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В1–В3 превышает 5 % (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б В1–В3 в здании не превышает 25 % суммарной площади в всех размещенных в ней помещений, но не более 3500 м² и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Категория Г. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б и В;
- суммарная площадь помещений категорий А и Б и В1–В3 превышает 5 % (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1–В3 и Г1–Г2 в здании не превышает 25 %

суммарной площади всех размещенных в ней помещений, но не более 5000 м² и помещения категорий А, Б, В1–В3 оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Категория Д. Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В, Г.

Пожары в крупных населенных пунктах могут быть: отдельными, массовыми и сплошными.

Отдельные пожары – пожары, возникающие в отдельном здании или сооружении.

Массовые пожары – пожары, когда горит более 25% зданий.

Сплошные пожары – пожары, когда пламенем охвачено до 90% зданий. Разновидностью сплошного пожара является огневой шторм. Он возможен, если площадь пожара превышает 250 га. Особенностью огневого шторма является то, что за счет восходящих потоков воздуха скорость ветра от периметра к центру пожара может достигать 60 км/ч. Такой пожар потушить невозможно.

Источниками пожара или взрыва обычно являются: горящие или нагретые тела, электрические разряды, тепловые проявления химических реакций и механических воздействий, искры от удара и трения, ударная волна, солнечная радиация, электромагнитные и другие излучения.

Поражающими факторами пожара являются: открытый огонь и искры; повышенная температура воздуха и окружающих предметов; токсичные продукты горения; пониженная концентрация кислорода; разрушение или повреждение зданий, сооружений, установок; возможность взрыва.

Поражающими факторами взрыва являются: ударная волна; пламя и пожар; разрушение оборудования, конструкций зданий, коммуникаций; образование при взрыве и (или) утечка из поврежденных аппаратов вредных веществ, содержание их в воздухе в количествах, превышающих предельно допустимые; осколочное поле.

При пожарах и взрывах человек может получить ожоги различной степени, травмы, ранения, отравление продуктами горения, поражения электрическим током, а в окружающей среде могут произойти негативные разрушения.

В результате воздействия поражающих факторов могут возникнуть вторичные поражающие факторы: обвалы, затопления и др., которые также могут поразить человека.

2.4 Чрезвычайные ситуации экологического характера

Наибольший вред природной среде наносят физические и химические экологические загрязнения. Рассмотрим физические загрязнения среды антропогенными источниками. Они связаны с изменениями физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды.

Чрезвычайные ситуации, вызванные физическими загрязнениями среды

Механическое загрязнение – это засорение среды агентами, оказывающими главным образом неблагоприятное механическое воздействие. Это различные виды отходов, прежде всего твердые, которые разделяют на: бытовые, сельскохозяйственные, строительные, промышленные.

По данным ООН в мире в биосферу поступает до 25 млрд. т отходов ежегодно, из них до 3 млрд. т. твердых бытовых отходов. В составе твердых бытовых отходов (мусора) – до 40% бумаги, до 20% пищевых отходов, остальное – стекло, пластмасса, древесина, резина, текстиль и др. Ежедневно каждый житель планеты выбрасывает в среднем 1–1,5кг мусора.

В Республике Беларусь ежегодно выбрасывается на свалки более 40 млн т, в том числе: 30 млн. т отходов от производства минеральных удобрений, 2 млн. т черных металлов, 2,5 млн. т отходов пищевой промышленности, 2,4 млн. т древесных отходов, 48 тыс. т стеклобоя, более 2 млн. т бытовых отходов. В настоящее время на свалках РБ накоплено более 700 млн. т отходов.

Экологические последствия загрязнения почвы отходами проявляются не только в создании дискомфорта для населения, но и опасны для всего живого.

Наиболее опасные последствия свалок:

- выведение из сельскохозяйственного оборота больших площадей, выделенных под свалки, подавление на них растительности;
- появление источников инфекционных и других заболеваний человека и животных;
- загрязнение воздушной среды от сжигания мусора и отравление животного и растительного мира;
- попадание мусора в грунтовые воды и их загрязнение свыше установленных норм;
- рост преступности за счет попадания в питьевую воду свинца и марганца (они совместно препятствуют выработке организмом человека серотонина, который контролирует агрессивность);
- невозможность использования территории бывших свалок для строительства жилых домов, детских площадок и т.п. (по неуставленным причинам наблюдаются повышенное количество заболеваемости жильцов).

Проблема захоронения и нейтрализации отходов в большинстве стран мира остается нерешенной. Вместе с тем, некоторые пути, хотя бы уменьшения количества отходов имеются и частично реализованы в Республике Беларусь:

- переработка мусора с целью производства товаров народного потребления;
- переработка органических отходов на удобрения;
- переработка и нейтрализация отдельных, особо опасных отходов с последующим их захоронением.

Тепловое загрязнение Учеными мира отмечается глобальное потепление климата, которое будет продолжаться. Большинство ученых считают, что потепление – результат жизнедеятельности человека.

Однако, известно, что в истории Земли были периоды изменения климата. Так, существует гипотеза, согласно которой 62 млн. лет назад в Землю врезался астероид. Это привело к тому, что поднятая им пыль закрыла Солнце на 3 года, в результате чего биота лишилась более 25 % всех семейств и около 50 % родов живых организмов, именно тогда исчезли динозавры.

Некоторые ученые изменения климата на Земле связывают и с ритмичкой космических воздействий. Так, ледниковые периоды повторяются примерно каждые 100000 лет. Последние, примерно 10000 лет наблюдается относительно теплый климат.

По мнению большинства ученых **основными причинами потепления климата являются:**

- выбросы тепла работающими АЭС, ТЭС, промышленными предприятиями и системами коммунального хозяйства;
- «парниковый» эффект, прежде всего за счет выброса в атмосферу при сжигании топлива углекислого газа, закиси азота, метана, угарного газа, галогенопроизводных углеводородов;
- уменьшение толщины озонового слоя за счет его разрушения выбросами фреона, оксида азота, хлора, хлорфторуглеродов, за счет полетов самолетов и космических аппаратов;
- снижение альбедо Земли за счет оседания сажи на снеговой покров и изменения структуры подстилающей поверхности;
- интенсивное глобальное истребление лесов, главных утилизаторов углекислого газа.

Считается, что решающую роль в потепление климата вносит «парниковый» эффект. «Парниковые» газы и водяной пар поддерживают температуру на Земле в среднем $+15^{\circ}\text{C}$. Без них температура на Земле была бы на 30°C ниже и планета была бы холодной, как Марс. С этой точки зрения «парниковый» эффект полезен. Сущность «парникового» эффекта состоит в том, что солнечные лучи проходят через атмосферу, которая поглощает всего 19 % энергии, 30 % обратно отражается в космос и 51 % поглощается поверхностью Земли. Но нагретая земля начинает излучать инфракрасную часть спектра, которую и задерживают «парниковые» газы.

Известно, что среднегодовая температура на Земном шаре последние 200000 лет не изменялась и составляла примерно $+15^{\circ}\text{C}$. В 2007 году эксперты 50 стран в Париже пришли к выводу, что по сравнению с доиндустриальным периодом после 1900 года среднегодовая температура на Земле повысилась на $0,7^{\circ}\text{C}$ (В РФ температура повысилась на $1,1^{\circ}\text{C}$). В настоящее время вероятность воздействия тепличных газов на потепление оценивается в 90 %. Такой концентрации парниковых газов как сейчас не было более 650000 лет. Только с 1990 по 1995 год в атмосферу было выброшено углекислого газа на 12% больше, чем за предыдущие 30 лет. В

20 веке температура росла так быстро как никогда за последние 200000 лет. В 21 веке она поднимется на 2–4,5°C. До 2010 года среднегодовая температура воздуха будет повышаться в 2 раза быстрее, чем в 20 веке. Человечеству этот процесс уже не остановить, но человечество предупредить глобальную экологическую катастрофу пока в состоянии.

Не оспаривая факта повышения температуры на Земле, некоторые ученые оспаривают причины потепления климата. Так, некоторые ученые считают, что одной из основных причин потепления климата является рост интенсивности солнечного излучения за счет внутренних процессов на Солнце, а также за счет уменьшения магнитного поля Земли.

Опасными последствиями для живой природы и человека в результате потепления климата можно считать:

- исчезновение одних видов флоры и фауны и рост количества других, что приведет к нарушению биологического и экологического равновесия;
- нарушение экологического равновесия, что может вызвать эпидемии с непредсказуемыми последствиями;
- сокращение срока жизни особей фауны, изменение их поведения и их постепенная гибель (считается, что потепление вызовет вымирание не менее 30% видов);
- изменение газового состава атмосферы с непредсказуемыми последствиями для жизнедеятельности всего живого;
- смещение климатических зон (выиграют только часть территории России, Канада и Скандинавские страны);
- рост количества отдельных стихийных бедствий в различных частях земного шара (засух, наводнений, бурь, ураганов, пожаров);
- массовое переселение людей из затопляемых территорий (за счет поднятия уровня Мирового океана до 1,5 м будет затоплена территория, где проживает более 1 миллиарда человек);
- массовая эмиграция населения из засушливых территорий в более пригодные для проживания, что может быть причиной военных конфликтов;
- спад производства сельскохозяйственной продукции;
- сокращение количества лесов;
- сокращение рыбных запасов;
- рост количества людей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы;
- рост тепловых и солнечных ударов людей вызовут их массовую гибель;
- засоление подземных источников пресной воды и ее катастрофическая нехватка.

В результате возникнут проблемы не только со здоровьем у людей, но и с развитием экономики, с выживанием наций и народов, военные конфликты с непредсказуемыми последствиями.

Электромагнитное загрязнение Электромагнитные поля (ЭМП) создают как естественные, так и искусственные источники излучений. И те, и другие являются фактором риска и могут быть источником чрезвычайных ситуаций.

Искусственные источники электромагнитных излучений более опасны для человека и биологического мира.

Источниками таких излучений являются: передатчики радиовещательных и телевизионных станций, связные, радиолокационные станции, линии электропередач, электрические линии переменного тока, некоторые промышленные установки, медицинские и другие приборы с генераторами высоких и сверхвысоких частот и др.

Основу электромагнитных загрязнений составляют радиочастотные и микроволновые диапазоны, которые нашли широкое применение в различных областях человеческой деятельности.

Степень поражения человека, животных и растений электромагнитным излучением зависит от мощности передатчика, типа антенных устройств, расстояния до объекта облучения, диапазона частот, времени облучения, вида излучения (непрерывного или импульсного), сочетания частот, модуляции сигнала, периодичности действия.

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. При относительно высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне ЭМП (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц) принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм.

Электромагнитные поля в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц оцениваются по напряженности его электрической и магнитной составляющих, а в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц – по поверхностной плотности потока энергии и создаваемой им энергетической нагрузки. На практике, у подавляющего большинства антропогенных источников напряженность магнитной составляющей не превышает $H \leq 20\text{--}25$ А/м, а опасность для здоровья человека представляет магнитное поле напряженностью 150–200 А/м.

Опасность в диапазоне частот 60 КГц – 300 МГц представляет только электрическая составляющая. Наиболее опасны электромагнитные излучения в диапазоне частот менее 100 Гц и в радиочастотном диапазоне 300 МГц – 30 ГГц.

В общем случае длительное облучение может вызвать следующие последствия для биологического мира:

- ухудшение состояния здоровья людей;
- ухудшение физиологического состояния животных и их гибель, мутагенные действия;
- изменения в структуре растений, скорости их роста;
- отрицательные изменения в структуре почвы;
- разрушение отдельных технических систем (интегральных схем).

Воздействие радиочастот и микроволн на организм человека изучено недостаточно. Однако на базе статистических данных об угрозе для здоровья ЭМП установлены допустимые нормы облучения человека в различных диапазонах частот электромагнитной энергией различной мощности. Считается, что наиболее опасны диапазоны частот от 300 МГц до 30 ГГц и менее 100 Гц.

Самые опасные поля СВЧ-диапазона и дециметровые волны особенно. Допустимая плотность потока мощности СВЧ на технических территориях по международным стандартам составляет 10 мкВт/см^2 . Но на территориях жилой застройки действует норма для микроволн 5 мкВт/см^2 . Для длинных радиоволн установлены нормы электромагнитного облучения населения по месту проживания – 20 В/м, для средних радиоволн – 10 В/м, для коротких радиоволн – 4 В/м, для ультракоротких волн – 2 В/м. Установлены санитарные нормы для населения от электромагнитного поля воздушных линий переменного тока.

Внутри жилых помещений напряженность поля не должна превышать 0,5 кВ/м, на территории жилой застройки – 1 кВ/м, в труднодоступных местах – 20 кВ/м. Для людей, работающих на предприятиях с токами частоты 50 Гц, установлен ПДУ 25 кВ/м.

Установлено, что при постоянном облучении (8 часов в сутки) излучениями выше установленных норм у человека наблюдаются следующие симптомы: повышенная утомляемость, сонливость, возможно бессонница, головокружение, рассеянность, иногда головная боль в височной и затылочной областях, ухудшение памяти, повышенная чувствительность к яркому свету, периодическое потемнение в глазах, чувство страха, периодические боли в области сердца и желудка.

Эти симптомы могут также наблюдаться у человека при облучении электромагнитным полем напряженностью 15 кВ/м при экспозиции 30 минут три раза в сутки. Электромагнитное поле при плотности потока мощности более 1 мВт/см^2 поражает центральную нервную систему, плотность потока мощности 10 мВт/см^2 и длительностью более 6 часов ежедневно вызывает катаракту глаз.

Работающий компьютер в радиусе 2,5 м является источником рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Последствия регулярной работы с компьютером (более 4 часов в сутки) без соблюдения мер безопасности:

- заболевания органов зрения (60% пользователей);
- болезни сердечно-сосудистой системы (60%);
- заболевания желудочно-кишечного тракта (40%);
- кожные заболевания (10%);
- различные опухоли.

Опасность для здоровья представляют: работающий сотовый телефон, фен, электробритва, телевизор. Особую опасность представляет сотовый телефон, если им пользоваться в легковом автомобиле, в автобусе, трамвае, в электричке. В этом случае за счет отражений мощность облучения

увеличивается в 1,5–3,5 раз. Через 15 минут разговора по сотовому телефону изменяются биоритмы головного мозга.

По данным статистики в США более 60% предпринимателей, интенсивно пользовавшихся сотовыми телефонами, через 16 лет заболели раком головного мозга.

Следует помнить, что облучение электромагнитными полями 220 В 50 Гц на расстоянии до 1,5 м от человека, действующее 8 часов в сутки в течение 7–10 лет вызывает сердечно-сосудистые заболевания.

Последствиями длительного электромагнитного облучения человека (при превышении допустимого уровня и в определенных диапазонах частот) могут быть: стерилизация (в основном у мужчин), мутагенные действия, изменения состава крови, иногда образование тромбов, развитие катаракты глаз, ослабление иммунной, эндокринной, вегетативной, центральной нервной и сердечно-сосудистых систем, рак, нарушение мозгового кровообращения и кальциевого обмена, преждевременные роды и выкидыши, гормональные заболевания, нарушения половой функции у мужчин.

Электрические и магнитные поля можно использовать и для лечения человека, животных, если нарушения работы органов и систем связаны с воздействием физической среды. Например, для лечения травмированных органов применяется магнитотерапия. Электромагнитные колебания в диапазоне СВЧ способны убивать болезнетворные микробы. Генераторы в диапазоне миллиметровых волн способны лечить: мастит, радикулит, острые респираторные заболевания (ОРЗ), язву желудка, язву двенадцатиперстной кишки, носовые кровотечения. Способность генераторов миллиметровых волн лечить отдельные органы объясняется тем, что болезнь органа начинается с болезни клеток. А больная клетка начинает излучать колебания. Если эти колебания синхронизировать миллиметровыми волнами, то она возвращается в исходное состояние. Ученые считают, что внутриклеточные связи происходят именно при участии миллиметровых волн, а Солнце и Космос нам их не посылают. Помните! Использовать приборы, генерирующие электрические и магнитные поля можно только по рекомендации врача. Беспорядочное использование таких приборов может нанести только вред.

Шумовое загрязнение Шумом принято считать всякий нежелательный для человека звук, не несущий полезной информации. Известно, что естественные шумы человеку необходимы (шум, деревьев, воды и т.п.), однако искусственные шумы опасны для человека и животного мира.

Источниками шумов являются: двигающиеся автотранспорт, трамваи, железнодорожный транспорт, инженерная и военная техника, летящие самолеты, работающие предприятия, бытовая техника и т.д.

Допустимый уровень шума в квартире 40 дБ днем и 30 дБ ночью, санитарный порог 55 дБ. Санитарными нормами определены допустимые уровни с учетом диапазона частот и времени воздействия. Шум 20–30 дБ практически безвреден. Допустим шум до уровня 70–80 дБ. Шум от 80 до

110 дБ относится к предельно допустимому. Шум выше 110 дБ приводит к нарушению здоровья.

При постоянном шуме в 70 дБ и выше отмечается общий рост заболеваемости населения после 10 лет проживания в таких условиях. Различный частотный диапазон шумов на здоровье человека влияет по-разному. Шумовое загрязнение свыше установленных норм может вызвать следующие последствия:

- ухудшение состояния здоровья при периодических воздействиях шумов;
- сокращение срока жизни на 8–12 лет при постоянном воздействии шумов в течение нескольких лет;
- отрицательное воздействие шумов на животный мир, вызывающее их миграцию и отсутствие потомства;
- отрицательное воздействие шумов на некоторые виды растений.

Слышимый звук (диапазон частот от 16 до 20 кГц) силой более 70 дБ, действующий постоянно вызывает: снижение умственной активности, психические расстройства, ухудшение зрения и слуха, изменения состава крови и артериального давления, рост количества заболеваний сердечно-сосудистой системы (тахикардия), рост количества заболеваний ишемией миокарда, вегето-сосудистую дистонию, нарушение режима сна, нарушение работы центральной нервной системы, рост заболеваний язвой желудка, рост числа мертворожденных у рожениц, проживающих вблизи аэродромов, нарушение функций желез внутренней секреции, расстройство двигательных функций. Наиболее чувствительны к влиянию шума люди старшего возраста и женщины.

Ультразвук (частота более 20 кГц) обычно создают электрогенераторы некоторых типов, работающие в диапазоне частот 12 – 22 кГц, электросварка, реактивные двигательные установки и др. Ультразвук нарушает синтез белка, молекул ДНК, вызывает стрессовое состояние, повреждает клеточные мембраны и клетки головного мозга, вызывает мутагенные действия и хромосомные изменения, нарушается работа сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного аппаратов. Симптомы поражения ультразвуком: чувство страха в темноте, в ограниченном пространстве, чрезмерная потливость, спазмы в желудке и кишечнике, желчном пузыре, утомление, снижение внимания, бессонница.

Инфразвук (частота менее 16 Гц) более опасен, чем слышимый звук. Он обычно создается компрессорами, дизелями, двигателями внутреннего сгорания. Собственная частота многих органов человека находится в диапазоне инфразвука, поэтому вследствие резонанса они могут повреждаться. Чаще всего нарушается зрение, наблюдаются нервно-психические расстройства, возникают нарушения в сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Симптомами поражения инфразвуком являются: головная боль, головокружение, осязаемые движения барабанных перепонки, звон в ушах и голове, снижение внимания и

работоспособности; возможно появиться чувство страха, сонливости, затруднение речи, нарушение равновесия при движении.

Вибрации. Источниками вибраций обычно являются: движущийся транспорт, особенно трамваи, железнодорожные поезда, поезда метро, работа некоторых промышленных установок, летящие самолеты и др.

Например, в Минске общая протяженность трамвайных путей составляет около 60 км. Как в самих трамваях, так и в жилых домах вдоль трамвайных путей на расстояниях до 40 м наблюдаются вибрации. Вдоль трассы метро в 68 зданиях вибрации превышают допустимые уровни в несколько раз. Сильные вибрации испытывают и люди, проживающие вдоль железных дорог на расстоянии до 100 м по обе стороны от магистрали.

Допустимое время воздействия общих вибраций на транспорте зависит от уровней вибраций и лежит в пределах 480–15 минут, если уровни вибраций превышают нормативные на 0–12дБ. Для локальной вибрации допустимое время не должно превышать 15–20 минут, если это воздействие одноразовое.

Вибрации отрицательно влияют на здоровье человека и на надежность работы некоторых технических устройств на объектах хозяйствования. Воздействуя на человека, вибрации влияют на центральную нервную, иммунную и сердечно-сосудистые системы, вызывают импотенцию у мужчин, преждевременные роды и выкидыши у женщин, изменяется состав крови.

Особую опасность представляют вибрации, частота которых совпадает с собственной частотой органов человека. Тогда явление резонанса вызывает поражение соответствующих органов. Так, собственная частота тела человека составляет 6–9 Гц, головы – 6 Гц, желудка – 8 Гц.

Ультрафиолетовое загрязнение. Из солнечного спектра видимый и инфракрасный свет составляет 91,7% и лишь 8,3% составляет ультрафиолет. В связи с тем, что диапазон ультрафиолетового излучения имеет большую протяженность и оказывает различное действие как физико-химического, так и биологического характера в ультрафиолете можно выделить три участка спектра. Наибольшую опасность для здоровья человека представляет участок спектра длиной волны 0,28–2 мкм. Этот участок обладает бактерицидным действием.

Избыток или недостаток этого вида излучений представляет опасность для здоровья человека. Избыток излучения на коже вызывает дерматиты, нарушение работы центральной нервной системы, ухудшение работы иммунной системы. Недостаток излучения вызывает авитаминоз. В общем случае ультрафиолет, воздействуя на человека, может вызывать рак кожи, генетические последствия, катаракту глаз, ослабление иммунной системы.

Воздействуя на микроорганизмы, ультрафиолет одни микробы убивает, другие активизирует, вызывая эпидемии. Воздействуя на растительный мир, ультрафиолет подавляет продуктивность сельскохозяйственных культур. Последствия воздействия ультрафиолета на животных примерно такие же, как и на человека. Источниками ультрафиолета в природе обычно являются

«озоновые дыры», а в техногенной и социальной средах также ртутные, ксеноновые, водородные лампы, лампы дневного света, некоторые лазеры и медицинские приборы.

Чрезвычайные ситуации, вызванные химическими загрязнениями природной среды

Химическое загрязнение – это увеличение количества химических компонентов в определенной среде, а также проникновение в нее химических веществ, не свойственных ей или в концентрациях, превышающих норму.

Хозяйственная и социальная деятельность человека привела к тому, что воздух, вода, почва, растения, животные и человек подвергаются воздействию химических веществ в масштабах, угрожающих жизни на Земле. В настоящее время в природной среде содержится более 9 миллионов химических веществ, которых раньше в природе не существовало. Как скажутся на жизнедеятельности всего живого воздействия этих химических веществ до конца не изучено, но уже сейчас можно говорить о смертельной опасности для всего живого некоторых химических веществ. Одновременно избыток некоторых давно известных химических соединений также опасен для здоровья человека. Хотя химические загрязнения воздуха, воды и почвы воздействуют на биологический мир комплексно, но с методической точки зрения и с точки зрения защиты целесообразно рассмотреть воздействие этих сред на биологический мир отдельно.

Загрязнение атмосферы. Различают, естественные и искусственные источники загрязнения атмосферы. И те, и другие могут вызвать ЧС.

Естественные источники загрязнения: пыльные бури, лесные пожары, вулканизм и др.

Искусственные источники загрязнения: объекты энергетики, промышленность, транспорт, сельское хозяйство, объекты коммунального хозяйства, авиация. Загрязнение атмосферы неравномерное и определяется не только местонахождением источников загрязнения, но и особенностями строения атмосферы.

Атмосфера состоит из нескольких сфер, но 4/5 массы земной атмосферы сосредоточено в тропосфере, т.е. на высотах до 18 км на экваторе и до 10 км над полюсами. Из-за неравномерности нагрева земной поверхности в ней образуются мощные вертикальные токи воздуха, отмечается неустойчивость температуры, влажности, давления и т.д. Таким образом, происходит перемешивание воздуха и по вертикали. Хотя основные загрязнения сосредоточены в тропосфере, но частично загрязнения распространяются и на стратосферу.

Загрязнение воздуха может быть газообразное и аэрозольное. Газообразное загрязнение составляет примерно 90%, аэрозольное – 10%.

Газообразное загрязнение. За счет сжигания в мире 1 млрд. т условного топлива ежегодно выбрасывается около 500 млн. т оксида углерода, 150 млн. т диоксида серы, более 50 млн. т оксида азота, 110 млн. т метана, углеводороды не менее 90 млн. т и ряд других вредных веществ, но в меньших количествах. Каждый автомобиль выбрасывает более 40 вредных

веществ, из них 70% составляет оксид углерода. Опасность выбросов вредных веществ из автомобиля состоит в том, что они воздействуют на уровне органов дыхания. Их больше с высоты одного метра и ниже. Поэтому выбросы автомобиля особенно опасны для детей.

Свой вклад в загрязнение атмосферы вносит и Республика Беларусь, предприятия и транспорт которой ежегодно выбрасывают в атмосферу около 1 млн. 240 тыс. т оксида углерода, более 170 тыс. т оксидов азота, более 300 тыс. т углеводородов и летучих органических соединений. Вышеперечисленные газы оказывают отрицательное воздействие на человека, на животный и растительный мир, некоторые параметры среды. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

Оксид углерода (угарный газ) – это бесцветный газ, без запаха, 4 класса опасности, время его «жизни» в атмосфере 2–4 месяца, в дальнейшем он взаимодействуя с кислородом превращается в углекислый газ, который создает «парниковый» эффект. Оксид углерода – это газ общеядовитого действия.

При небольших дозах вызывает: *головную боль, снижение умственной активности, стук в висках, сонливость, тошноту, иногда рвоту, ухудшение остроты зрения, нарушения психомоторных функций.*

Для оценки степени опасности оксида углерода приняты: предельно допустимые концентрации среднесуточные (ПДК_{сс} = 3 мг/м³) и предельно допустимые концентрации максимальные разовые (ПДК_{рз} = 20 мг/м³).

Постоянное отравление угарным газом в не смертельных дозах вызывает: изменения в составе крови (угарный газ вытесняет кислород из гемоглобина), тахикардию, стенокардию, токсическое поражение сердечной мышцы, инфаркт миокарда, гипертонию, заболевания органов дыхания, почечную недостаточность, ослабление зрения, параличи. При получении смертельной дозы человек погибает.

Диоксид серы (сернистый газ) – это бесцветный газ, 3 класса опасности, время его «жизни» в атмосфере составляет от нескольких часов до нескольких суток, в зависимости от влажности воздуха. Под воздействием ультрафиолета, в результате взаимодействия с парами воды и диоксидом серы, которые всегда есть в воздухе, образуется серная кислота. Выпадая с дождем, она разрушает деревья, вызывает коррозию металлических конструкций.

Продолжительное воздействие сернистого газа на человека ведет к возникновению: *хронического гастрита, гепатопатии, бронхита, ларингита, рака легких, заболевания почек.*

Диоксид серы угнетает жизнедеятельность клеток растений, листья которых покрываются бурыми пятнами, а потом засыхают. Для оценки степени опасности диоксида серы приняты: ПДК_{сс} = 0,05 мг/м³ и ПДК_{рз} = 10 мг/м³.

Диоксид серы является главным компонентом сернистого смога, который и является источником загрязнения воздушной среды в городах.

Оксиды азота – это бесцветные газы, 2 класса опасности, сохраняются в атмосфере до 3 суток, в дальнейшем вступают в химические реакции с другими хим. веществами и образуются новые, в т. ч. азотная кислота в виде аэрозолей. Оксиды азота доминируют и в составе фото-химического смога. Под воздействием солнечных лучей смесь оксидов азота и углеводородов образуют пероксиацетилнитраты и смог.

Воздействуя на человека, оксиды азота NO и NO₂ вызывают: бронхит и пневмонию, увеличивают восприимчивость к вирусным заболеваниям, могут вызвать заболевания легких, в том числе рак, необратимые изменения в сердечно-сосудистой системе, наследственную, генетическую и хромосомную мутации. Аналогичные воздействия оказывают оксиды азота и на животный мир. Они оказывают вредное воздействие и на растительный мир, хотя механизм и последствия изучены недостаточно.

Аэрозольное загрязнение. Аэрозоль – это взвешенные в газообразной среде частицы твердых или жидких веществ. Твердые частицы наблюдаются в виде дыма, пыли или сажи, а жидкие частицы наблюдаются в виде тумана, облаков, осадков. В образовании аэрозоля участвуют солнечная радиация, водяной пар, диоксид азота, продукты горения и гниения.

Ежегодно в мире в атмосферу выбрасывается 50 млн. т пыли, 120 млн. т золы, 50 млн. т различных углеводородов и других вредных соединений. В составе аэрозолей всегда присутствуют: сульфаты, органические соединения, сажа (твердый углерод), тяжелые металлы, вода, диоксины и др. Особую опасность представляют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Индикатором их наличия является бенз(а)пирен. Это крайне токсичное вещество, вызывающее такие заболевания как: *рак, ишемическую болезнь сердца, дерматиты, мутации*. Больше всего его выбрасывают нефтехимические предприятия и автотранспорт.

Сочетание газообразного и аэрозольного загрязнения при фотохимических реакциях, при инверсии и безветренной погоде приводит к образованию фотохимического тумана (смога), в котором образуются очень высокие концентрации вредных химических веществ, которые не только ухудшают прозрачность атмосферы, но мешают притоку кислорода, а выпадая на поверхность земли наносят вред здоровью человека, животным, растениям и строительным конструкциям.

Жилая среда человека. В жилых помещениях химическое загрязнение воздуха в 2–4 раза больше, чем на улице, а по отдельным химическим соединениям больше в десятки раз. Основными источниками химического загрязнения воздуха в квартире являются: химические загрязнения с улицы, продукты деструкции полимерных и лакокрасочных материалов при их эмиссии, антропоксины, продукты сгорания бытового газа и бытовой деятельности, продукты от курения.

С улицы обычно поступают *оксид азота, диоксид азота, угарный газ и пыль*. Их количество или ниже или столько же, как на улице. Сернистого газа и аэрозолей свинца в квартире, как правило, меньше, чем на улице. Концентрации *ацетона, ацетальдегида, бензола, этилового спирта,*

толуола, этилбензола, ксилола, фенола и некоторых других ХОВ в помещениях больше, чем на улице в десятки раз. Источниками являются полимерные и лакокрасочные материалы.

При сгорании бытового газа обычно выделяется угарный газ, формальдегид, бензол, оксиды азота. Во время курения сигареты выделяют 186 химических соединений, в том числе *стирол, никотин, формальдегид, бенз(а)пирен*. Антропотоксины – это продукты жизнедеятельности человека. Человек выделяет около 400 химических соединений. Больше всего выделяется: *диметиламина, сероводорода, диоксида азота, оксида этилена, бензола, фенола, толуола, метилстирола, метанола*.

Продукты сгорания газа влияют на органы дыхания и центральную нервную систему. Самая большая эмиссия продуктов деструкции, или в новых зданиях или после ремонта в течение шести месяцев. Есть постоянно «больные здания», в которых повышенная смертность, заболеваемость. Это обычно участки местности, где мало отрицательных аэронов, территория бывших свалок и кладбищ, территории с повышенным радиационным фоном, где имеются геопатогенные зоны.

Загрязнение гидросферы. Для человечества загрязнение гидросферы представляет особую опасность. В мировом масштабе в гидросферу сбрасывается ежегодно около 60 млрд. т промышленных и бытовых стоков, около 10 млн. т нефти и нефтепродуктов, много других вредных веществ. Основными источниками загрязнения природных вод являются:

- атмосферные воды, несущие вымываемые из воздуха загрязнители промышленного происхождения; при стекании эти воды увлекают с собой мусор, фенолы, кислоты и т.д. (примерно 1%);

- городские сточные воды, преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, микроорганизмы, в том числе патогенные (примерно 74%);

- промышленные сточные воды (примерно 25%).

Каждый водоем – это сложная экологическая система существования биоценоза (сообщество животных и растений) где устанавливается экологическое равновесие. Загрязнение вод нарушает экологическое равновесие. Вообще водоемы способны самоочищаться за счет процессов осаждения, отложения, окисления примесей, нейтрализации кислот, гидролиза ионов тяжелых металлов и др. Однако, если сбросы сточных вод и концентрации в них вредных веществ превышают некоторые пределы, то водоемы становятся «мертвыми». В такой воде не может существовать жизнь, такая вода не пригодна и для питья.

Наиболее распространенными загрязнителями водоемов являются: *нефть и нефтепродукты, фенолы, формальдегид, нитраты, соединения фтора, соли серной кислоты, аммиак, марганец, тяжелые металлы, радионуклиды*.

Нефтепродукты образуют на воде пленку, которая препятствует газовому обмену между водой и атмосферой, что снижает насыщенность

воды кислородом. Это является причиной гибели фитопланктона – источника корма рыб и птиц (пленка разлагается при температуре +10⁰С и выше).

Кислоты и щелочи изменяют показатель pH, а это отражается на флоре и фауне. В Республике Беларусь наиболее загрязненными оказались некоторые участки на реках и значительная часть подземных вод, как по санитарно-химическим показателям, так и по микробиологическим показателям.

Особую опасность представляют загрязнения подземных вод за счет поступления отходов от животноводческих комплексов. Это вызвано тем, что в подземных водах отсутствуют процессы самоочищения многие десятки лет из-за слабого водообмена с поверхностными водами. Это связано со спецификой почв в республике.

Большинство рек Республики Беларусь загрязнены больше органическими и биогенными веществами, соединениями металлов, нитратами. На ряде участков рек предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей превышают нормы в 3–14 раз, а количество нитратов в большинстве колодцев превышает норму в 3–4 раза. На различных участках рек загрязнители также различны. Загрязнения свыше ПДК создают чрезвычайные ситуации, которые представляют опасность для жизни и здоровья человека, для флоры и фауны.

Загрязнения литосферы. Литосфера загрязняется человеком как непосредственно, так и в результате выпадения атмосферных осадков.

В результате хозяйственной деятельности человека почва загрязнена: пестицидами, тяжелыми металлами, канцерогенными веществами, нитратами, диоксинами и их соединениями.

Загрязнение пестицидами. По подсчетам специалистов от 30 до 50% мировых запасов продовольствия пожирают и повреждают насекомые, грибки, птицы, грызуны и другие вредители. Если эти потери исключить, то можно прокормить еще 1 миллиард человек.

В 1938 году в Швейцарии Мюллер Пауль открыл ДДТ (дихлортрифенилтрихлорэтан). Применяв ДДТ против комаров и вшей, он добился снижения смертности от тифа и малярии, сохранив миллионы человеческих жизней. С тех пор появились и другие пестициды, которые дают эффект. Пестициды используются для защиты растений, сельскохозяйственных продуктов, древесины, изделий из шерсти, хлопка, кожи, для уничтожения эктопаразитов животных, для борьбы с переносчиками опасных заболеваний, для регуляции роста и развития растений, удаления листьев, отпугивания животных, привлечения их к стерилизации.

Разновидностью пестицидов являются гербициды, которые используются для подавления сорной растительности. Применяют пестициды в виде порошков, эмульсий, дустов, аэрозолей, растворов, гранул. Сохраняются пестициды в почвах достаточно долго. Период полужизни ДДТ в почве составляют от 15 недель до 20 лет.

Воздействие на человека. Пестициды токсичны для человека. Ежегодно в мире происходит около 2 миллионов отравлений людей, из них погибает до 200 тысяч человек.

Пестициды подавляют иммунную систему, нервную систему, поражают почки, вызывают цирроз печени и хронический гепатит, приводят к мутагенным последствиям, заболеваниям раком.

Попадают пестициды в организм человека с водой и продуктами питания.

Воздействие на животный мир и микроорганизмы. При воздействии пестицидов на некоторых насекомых-вредителей только часть из них погибает, но остающиеся становятся более устойчивыми к пестицидам и требуются еще большие дозы для их подавления.

Другой случай, когда после обработки пестицидами вредители появляются в еще большем количестве или возникают вспышки роста численности других вредителей, которых раньше было мало.

Пестициды являются одной из причин вымирания видов. Являясь фактором отбора, они *обладают способностью повреждать генетический аппарат клетки и вызывать мутации.* Воздействие пестицидов губительно и для других животных. Так, от гербицидов ежегодно погибают десятки миллионов птиц, есть последствия для диких и домашних животных. Некоторые пестициды просто накапливаются в организме и в больших количествах. В результате нарушается в природе как микробиологическое, так и экологическое равновесие. Воздействие на растительный мир. Различные растения по-разному реагируют при воздействии на них пестицидов. Некоторые растения быстро погибают, другие быстро накапливают их, в третьих – накопление минимально.

Загрязнение тяжелыми металлами. По чувствительности живых организмов к тяжелым металлам их можно расположить в ряд Hg>Cu>Zn>Ni>Pb>Cd>Cr>Sn>Fe>Mn>Al. Приведем примеры воздействия некоторых тяжелых металлов на человека и природную среду.

▪ Свинец. Свинец широко используется в производстве кабелей, электрических аккумуляторов, красок, пигментов, в химическом машиностроении, пиротехнике, полиграфии, сельском хозяйстве. Ежегодно в мире в биосферу выбрасывается более 2 миллионов т свинца. Сейчас и в воздухе свинца в 400 раз больше, чем 1000 лет назад, а в скелете человека в 1200 раз больше, чем 1000 лет назад. Воздействие на человека: *нарушает биохимические процессы в организме, нарушает синтез гемоглобина, поражает почки, печень, зрение, желудок, мозг, нервную и сердечно-сосудистую системы, нарушает детородную функцию, вызывает параличи и заболевания крови.* Воздействие на животный мир и микроорганизмы. Наиболее чувствительны к отравлению свинцом лошади, собаки, мыши, птицы, крысы, некоторые виды рыб. Некоторые микроорганизмы погибают при незначительных дозах, другие при более высоких. Воздействие на растительный мир. Интенсивно аккумулируют свинец хвойные деревья и мох. Другие деревья и растения в меньшей степени. Растения поедают

животные и человек и таким образом происходит дополнительное отравление.

Кадмий. Применяется при производстве аккумуляторов, цветных металлов, сжигании твердых отходов, угля, при производстве минеральных удобрений, красителей и т.д. Он преимущественно аккумулируется в почках, печени, скелете, вызывая их болезни, в частности заболевания: сердца, гипертонию, заболевания почек, нарушение метаболизма кальция. В растениях кадмий аккумулируется в основном в корнях. В последнее время установлено, что именно кадмий является самым опасным тяжелым металлом для здоровья человека.

Мышьяк является опасным химическим элементом. Его много выделяется при сжигании: угля, сланцев, нефти, торфа, при производстве суперфосфата; используется в медицине, оптике, электронике, в стекольной промышленности и т.д. Ежегодно в мире производится до 60000 т соединений мышьяка. Мышьяк вызывает нарушение тканевого дыхания, анемию, уродства, рак легких и кожи, поражение центральной нервной системы, нарушение памяти.

Ртуть – рассеянный элемент, лишь небольшое количество находится в самородном виде. Широко используется в промышленности и сельском хозяйстве. Выбросы ртути происходят в атмосферу, гидросферу и в почву. Аккумулируется живыми организмами, включая человека. При попадании в организм ртуть включается в транспортные РНК, нарушая биосинтез белков. Влияет на все органы и особенно на слух, зрение, осязание, нервную систему, мозговую деятельность, нарушает структуру соединительной ткани локтевого и коленного суставов, ослабляет иммунную систему, может привести к инсульту и обширному склерозу, оказывает вредное влияние на развитие плода, на состав крови, вызывает выпадение зубов. Аналогичные поражения и у животных. Аккумулирует ртуть и растения. Известны случаи отравления людей зерном, содержащим ртуть.

Никель – используется в металлургии и химической промышленности. Попадая в организм человека реагирует с белками и молекулами ДНК, образует комплексы с аминокислотами. Влияет на легкие, сердце, почки, центральную нервную систему. Является фактором риска, вызывая такие заболевания как: *пневмония, рак легких, риниты, синуситы, аллергия.*

Фтор. Источниками фтора являются напитки, питьевая вода, выбросы промышленности, зубная паста, зубной эликсир, некоторые удобрения. При попадании в организм человека вызывает: *нарушение плотности костей и зубов, ускорение старения, артрит, врожденные дефекты, поражение желез, дебилность, болезни почек, замедление психических процессов, рак.*

Алюминий. Источники: банки из алюминия, алюминиевая фольга, алюминиевая посуда, некоторые сорта сыра, дезодоранты, питьевая вода, противни и сковородки, постоянное употребление столовой соли и др. *При попадании в организм человека может стать фактором риска, вызывая следующие болезни: анемию, изменения в клетках мозга и нервной системы,*

колит, диализное слабоумие, нарушение функций щитовидной и паращитовидной желез, болезни почек и печени и др.

Диоксины – побочный продукт химической промышленности. Они токсичны даже в малых концентрациях, в 67 раз более ядовиты цианистый калий. Они есть в воздухе, почве, донных отложениях водоемов. Накапливаются в рыбе, молоке, овощах. Устойчивы к химическому и биологическому разложению, свободно циркулируют в пищевых цепочках. Последствия для здоровья человека: кожные заболевания, фибриоз печени, повышенное содержание холестерина, расстройства желудка, нарушение работы сердечно-сосудистой системы, поджелудочной железы, изменения в составе крови, сексуальные расстройства, потеря зрения, слуха, обоняния, вкусовых ощущений, психические расстройства, заболевания раком.

Нитраты и нитриты. Нитраты и нитриты применяются в пищевой и стекольной промышленности, для получения ракетного топлива, пиротехнических и взрывчатых веществ, пороха, используется в резиновом и текстильном производствах, гальванотехнике и медицине, входят в состав выхлопных газов транспорта. Нитриты поступают в организм человека в основном с мясными и рыбными продуктами, а нитраты – с овощами. Нитраты и нитриты токсичны для человека и животных, смертельная доза нитратов для людей составляет 8–15 г, а нитритов – 0,18 г для детей и стариков и 2,5 г – для взрослых. Как нитраты, так и нитриты являются фактором риска, вызывая рак, заболевания печени, генные мутации. Неправильное использование азотистых удобрений в сельском хозяйстве приводит к тому, что нитраты попадают не только в растения, но и в воду. Известно, что в слюне и моче у детей РБ, особенно проживающих в сельской местности, высокие уровни нитратов. Они порождают две проблемы. Прежде всего, они вызывают *метгемоглобинурию*, которая может быть причиной *анемии* у детей и может привести к летальному исходу. Во-вторых, превращаясь в нитрит, а затем и в нитрозамин, который является сильным канцерогеном, нитраты увеличивают риск заболевания *раком*. Опасны и некоторые соединения нитратов, в частности нитрозамины.

Асбест и другие минеральные волокна. Это группа волокнистых минералов, относящихся к амфиболам и серпентинам. Их обычно называют асбестом. Все они обладают сильными канцерогенными свойствами, вызывающие рак. Кроме выше рассмотренных, литосферу загрязняют и другие вредные вещества. Большинство других, аэрозолей, загрязняющих атмосферу и почву, изучены недостаточно, и поэтому не рассматриваются.

Таблица 2.2 – Основные заболевания человека, вызванные экологическими факторами риска

Вид заболевания	Химические загрязнения	Физические загрязнения	Естественные экологические факторы
1	2	3	4
Сердечно-сосудистые заболевания (тахикардия, стенокардия, инфаркт миокарда и др.)	Оксид углерода, оксиды азота, бензапирен, кобальт, свинец, кадмий, ртуть, диоксины, ванадий, никель, соли кальция и магния, бытовая химия	Ультразвук, инфразвук, слышимый шум, вибрации, радиация, электромагнитные поля (50Гц), электростатические поля	Дефицит микроэлементов: калия, магния, фосфора, кремния, кальция, хрома, селена, меди, железа, йода. Дефицит витаминов Е, В ₁ , В ₉ , Д. Постоянное употребление избытка животных жиров, кофеина. Недостаточное употребление питьевой воды
Рак всех органов	Оксиды азота, формальдегид, ртуть, мышьяк, алюминий, нитраты, диоксины, фтор, пестициды, кадмий, асбест, хром, никель, бензол, эпоксиды, цинк, медь, толуол, сахарин, формалин, промышленные растворители, смазочные масла, полициклические углеводороды, хлорсодержащие растворители	Электромагнитные излучения, ультрафиолет, радиация, ультразвук, древесная пыль	Дефицит в продуктах питания йода, кобальта, кремния, кальция, меди, германия, магния, селена, цинка, молибдена. Дефицит витаминов А, С. Бородавочные вирусы, избыток в рационе питания животного и рыбьего жира. Недостаточное употребление питьевой воды. Избыточное употребление газированной воды
Заболевания органов дыхания (бронхит, ларингит, пневмония)	Оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, формальдегид, мышьяк, никель, кадмий, ванадий, телур	Радиация, пыль	Дефицит витаминов: А, С, Е. Дефицит минералов: меди, йода, железа, цинка, магния, селена, кобальта, марганца, кремния
Заболевания желудочно-кишечного тракта (язва желудка, хронические гастриты)	Диоксид серы, свинец, диоксины, алюминий, нитраты, телур, медь	Шумы, радиация металлическая пыль титана и вольфрама	Дефицит микроэлементов: магния, натрия, хлора, калия, марганца. Дефицит витаминов: А, В ₂ , В ₉ , фолиевой кислоты. Недостаточное употребление питьевой воды

Инфекционные заболевания	Оксиды азота (увеличивают восприимчивость к вирусным заболеваниям)	Механическое загрязнение среды	Дефицит витаминов А, С, группы В, микроэлементов кальция, кремния
Половое бессилие, стерилизация, нарушение детородной функции у мужчин	Свинец, диоксины	Электромагнитные излучения, радиация, вибрации, шум слышимый	Дефицит витаминов Е, В ₅ , микроэлементов: кремния, цинка
Преждевременные роды и выкидыши у женщин	Ртуть	Электромагнитные излучения, шум, радиация	Дефицит сочетания витаминов и микроэлементов
Мутагенные действия, неблагоприятная наследственность (уродства)	Оксиды азота, фтор, формальдегид, бензапирен, ртуть, пестициды, мышьяк, нитраты	Электромагнитные излучения, радиация	Постоянное употребление продуктов, содержащих кофеин
Заболевания крови (образование тромбов, анемия и др.)	Оксид углерода, свинец, алюминий, мышьяк, диоксины, нитраты	Электромагнитные излучения (СВЧ), Радиация	Дефицит микроэлементов: калия, кальция, натрия, фосфора, меди, молибдена, хлора, кобальта, кремния, витаминов В ₁₂ , В ₉ , Е, С, К
Заболевания органов зрения (катаракта, уменьшение остроты зрения и его потеря)	Свинец, ртуть	Электромагнитные излучения, шум слышимый, ультрафиолет, инфразвук, радиация	Дефицит витаминов А, Е, В ₂
Ослабление иммунной системы	Пестициды, ртуть, диоксины	Электромагнитные излучения (50 Гц), радиация, шум слышимый, инфразвук	Дефицит микроэлементов кальция, йода, ванадия. Дефицит витаминов А, С, группы В
Заболевания Центральной нервной системы	Пестициды, свинец, формальдегид, ртуть, алюминий	Электромагнитные излучения (СВЧ), инфразвук, шум слышимый, радиация	Дефицит микроэлементов: кальция, магния, натрия, фосфора. Дефицит витаминов В ₁ , В ₂ , D
Психические расстройства, повреждение клеток головного мозга, слабоумие	Фтор, ртуть, свинец, оксид углерода	Электромагнитные излучения (СВЧ), ультразвук, инфразвук, радиация	Дефицит микроэлемента кремния. Дефицит витаминов В ₃ , В ₉ , С
Гипертония	Оксид углерода, кадмий	Шум слышимый, радиация	Дефицит микроэлементов: натрия, магния, калия
Заболевания печени	Пестициды, кадмий, диоксины, нитраты, алюминий	Электромагнитные излучения (50 Гц), инфразвук	Дефицит микроэлементов: серы, меди и кремния. Дефицит витамина К

Заболевания почек и мочеполовой системы	Свинец, кадмий, фтор, алюминий	Электромагнитные излучения (50 Гц), радиация	Дефицит микроэлемента кремния
Кожные заболевания (дерматиты и др.)	Бензапирен, диоксины		Дефицит микроэлемента серы и витамина В ₂
Заболевания костей	Кадмий, ртуть	Ультразвук	Дефицит микроэлементов: кальция, фосфора, марганца, цинка, кремния, витаминов А и D
Заболевания органов слуха	Диоксины, ртуть	Шум слышимый	
Заболевания щитовидной железы	Фтор, алюминий	Радиация	Дефицит микроэлемента йода
Нарушения функций желез внутренней секреции	Свинец	Радиация	Дефицит микроэлементов меди и хрома
Аллергия	Асбест, духи, шампуни, синтетические ткани и ковровые изделия	Пыль от дизельных автомобилей, ТЭЦ	Отдельные продукты

Комбинированное действие вредных факторов

В условиях среды обитания человек, как правило, многофакторному воздействию, эффект которого может оказаться более значительным, чем при изолированном действии того или иного фактора. Установлено, что токсичность ядов в определенном температурном диапазоне является наименьшей, усиливаясь как при повышении, так и понижении температуры воздуха. Учащение дыхания и усиление кровообращения обычно приводят к увеличению поступления яда в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и дыхательные пути. Усиление токсического действия при повышенных температурах воздуха отмечено в отношении многих летучих ядов: паров бензина, ртути, оксидов азота и др. Низкие температуры повышают токсичность бензола, сероуглерода. Повышенная влажность воздуха увеличивает опасность отравлений, особенно раздражающими газами. Причиной этого служит усиление процессов гидролиза, повышение задержки ядов на поверхности слизистых оболочек, изменение агрегатного состояния ядов. Растворение ядов с образованием слабых растворов кислот и щелочей усиливает их раздражающее действие. Изменение атмосферного давления также влияет на токсический эффект. При повышенном давлении усиление токсического эффекта происходит вследствие двух причин: во-первых, наибольшего поступления ядов вследствие роста парциального давления и паров в атмосферном воздухе и ускоренного перехода их в кровь, во-вторых, за счет изменения функций дыхания, кровообращения, центральной нервной системы и анализаторов. Пониженное атмосферное давление усиливает воздействие таких ядов как бензол, алкоголь, оксиды

азота, ослабляется токсическое действие озона. Известно усиление эффекта токсического действия свинца и ртути, бензола и вибрации, карбофоса и ультрафиолетового излучения, шума и марганцесодержащих аэрозолей.

Шум и вибрация всегда усиливают токсический эффект промышленных ядов. Причиной этого является изменение функционального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы. Шум усиливает токсический эффект оксида углерода, стирола, крекинг-газа и др. Вибрация, изменяя реактивность организма, повышает его чувствительность к другим факторам, например, к кобальту, кремниевым пылям, дихлорэтану; оксид углерода более токсичен в сочетании с вибрацией.

Ультрафиолетовое излучение в атмосфере способствует образованию смога. Одновременно ультрафиолет понижает чувствительность организма к некоторым ядам. Одновременное действие радиации и одного из ниже перечисленных ядов снижает воздействие радиации на человека, это: оксид углерода, анилин, цианиды. С другой стороны, действие радиации и теплоты, радиации и кислорода, радиации и формальдегида, радиации и ртути усиливают действие как радиации, так и названных веществ.

Постоянное комбинированное воздействие вредных факторов на человека, чаще на производстве, вызывает различные заболевания. Чаще всего возникают такие заболевания как: вегетососудистая дистония, астенический, астеновегетативный, гипоталамический синдромы (связаны с воздействием неионизирующих излучений), вибрационная болезнь, кохлеарный неврит (при систематическом воздействии производственного шума), электроофтальмия, катаракта глаз и др. Достаточно часто встречаются заболевания, из-за комбинированного воздействия тяжелой физической нагрузки и других вредных факторов.

3. Предупреждение чрезвычайных ситуаций и защита населения в них

3.1 Планирование видов деятельности для решения проблем безопасности. Стратегия и общая характеристика мер по снижению рисков чрезвычайных ситуаций. Планирование мероприятий при угрозе и/или на случай возникновения чрезвычайных ситуаций. Механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации

Планирование видов деятельности для решения проблем безопасности. Многих чрезвычайных ситуаций и их последствий можно избежать путем своевременного использования способов и методов защиты людей от источника ЧС, либо проведением других мероприятий. В частности, можно исключить или ослабить ЧС в результате управления рисками, уязвимостью и потенциалом. Некоторые ЧС можно предотвратить в результате внедрения новых технологий и т. д. Под «*потенциалом*» понимаются наличие материальных и людских ресурсов у государственных структур, которые могут обеспечить решение задач реагирования на ЧС, а также способность населения к самоорганизации и противодействию ЧС. Но если ЧС все же произошли то, по крайней мере, можно до минимума снизить социальный, экономический и экологический ущерб. Это возможно только в том случае, если заблаговременно будет проведен комплекс мероприятий по подготовке и реагированию на ЧС. Эти задачи обычно выполняют специальные государственные структуры с участием населения. Учитывая, что в 21 веке ЧС носят тотальный характер, человечеству приходится все свои действия в социальной, экономической и экологической областях так планировать и строить, чтобы избегать масштабных социальных ущербов. На этом должна быть построена стратегия реагирования на ЧС.

Планирование мер готовности к аварийным и чрезвычайным ситуациям включает использованием следующих этапов:

- 1) оценки степени риска – выявления источников опасности;
- 2) предупредительных мер – принятия мер, которые предотвратят или уменьшат опасность;
- 3) готовности – разработки плана, подготовки, реагирования и восстановления;
- 4) реагирования – действия и приемы, которые необходимо выполнить в случае аварии;
- 5) восстановительных работ – ликвидации последствий аварии.

Развитие мирового сообщества выдвинуло на передний план в качестве основополагающего принципа долговременное устойчивое развитие цивилизации. В этой связи приоритетным при планировании мер готовности к аварийным/чрезвычайным ситуациям становится использование методов и подходов, обеспечивающих выполнение данного принципа.

Основными видами деятельности, которые обеспечивают готовность к аварийным/чрезвычайным ситуациям на национальном, областном и районном уровнях являются:

- 1) планирование подготовки к ЧС;
- 2) оценка уязвимости и потенциала противодействия ЧС;
- 3) наличие государственной структуры, способной принимать решения и координировать деятельность Министерств, Ведомств и других органов государственного управления при подготовке к ЧС;
- 4) наличие системы предупреждения и оповещения населения и органов государственного управления;
- 5) наличие основных ресурсов, которые потребуются для помощи пострадавшему населению;
- 6) наличие надежной информационной системы в стране;
- 7) информирование и обучение населения действиям при подготовке к ЧС;
- 8) наличие механизмов реагирования на ЧС;
- 9) способность населения к самоорганизации.

Реализация вышеперечисленных видов деятельности базируется на проведении комплекса мер по снижению рисков чрезвычайных ситуаций.

Предупреждение ЧС – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно, направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь в случае их возникновения. Предупреждение чрезвычайных ситуаций включает меры организационного, организационно-экономического, инженерно-технического, медицинского и специального характера.

Предупреждение ЧС проводится по следующим направлениям:

- проведение комплекса мероприятий по выявлению возможных источников ЧС, изучению их поражающих факторов и возможных способов защиты людей, объектов и природной среды;
- мониторинг и прогнозирование ЧС;
- оценка ЧС по результатам прогнозирования и анализа потенциала (оценка риска, уязвимости, ущербов, ресурсов и потенциала для предупреждения и ликвидации ЧС);
- управление рисками, уязвимостью и потенциалом для минимизации возможных ущербов при возникновении отдельных ЧС;
- предотвращение (по возможности) неблагоприятных или опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения их накапливающегося разрушительного потенциала;
- предотвращение аварий и техногенных ЧС путем повышения технологической безопасности производственных процессов и защищенности оборудования;
- разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на сокращение числа источников ЧС, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;

- информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- подготовка населения к защите в ЧС;
- предупреждение и оповещение населения, органов государственного управления о непосредственной угрозе возникновения ЧС на данной территории;

- подготовка сил и средств ликвидации ЧС и их последствий.

Планирование мероприятий при угрозе и/или на случай возникновения чрезвычайных ситуаций. Механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации. Планирование и применение мер по снижению риска ЧС направлено на поддержание приемлемых уровней риска и достижение состояния минимального риска. Для управления риском осуществляют мониторинг состояния природной среды и объектов техносферы, анализ риска и прогнозирование ЧС.

Снижение риска возникновения ЧС – комплекс мероприятий, направленных на уменьшение индивидуального и социального рисков с учетом возможных экономических и специальных факторов. Оно приводит к снижению риска возникновения ЧС и смягчению их последствий, невозможных без информационной поддержки подготовки и принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации ЧС.

Меры по снижению рисков ЧС включают в себя заблаговременное предвидение (прогноз) риска, выявление влияющих факторов, принятие мер по его снижению путем целенаправленного изменения этих факторов с учетом эффективности принимаемых мер и разработки и обоснования оптимальных программ деятельности, призванных эффективно реализовать решения в области обеспечения безопасности.

Планирование мероприятий при угрозе и(или) на случай возникновения ЧС – это заранее разработанный, обоснованный, материально обеспеченный комплекс защитных мероприятий. Планирование видов деятельности для решения проблем безопасности является важнейшей составной частью процесса управления защитой населения и территорий от ЧС, которая включает в себя:

- 1) выявление потенциально опасных источников ЧС;
- 2) определение возможных масштабов воздействия поражающих факторов источников ЧС на людей, экономику и природную среду;
- 3) определение риска ЧС;
- 4) проведение комплекса мероприятий по снижению риска ЧС;
- 5) определение степени уязвимости населения, экономики и природной среды от источников ЧС;
- 6) проведение комплекса мероприятий по снижению уязвимости населения, экономики и природной среды в ЧС;
- 7) оценку наличия организационных ресурсов и потенциала для прогнозирования, оценки, предупреждения и ликвидации последствий ЧС;
- 8) анализ и оценку чрезвычайных ситуаций по секторам;
- 9) подготовку сил и средств для решения задач и других проблем;

10) уточнение функций государственных структур по защите населения и обязанностей должностных лиц;

11) планирование деятельности для достижения уровня подготовки, необходимого для своевременного и эффективного реагирования на произошедшую ЧС и др.

Комплекс мероприятий планируемых и проводимый при угрозе возникновения ЧС представлен на рисунке 3.1.

Реагирование на возникающие ЧС обычно начинается с разработки государственными структурами мероприятий по предупреждению ЧС и защите населения в них. Эта задача вытекает из требований Законов РБ, Постановлений правительства, требований других НПА, ТНПА. Процесс планирования мероприятий при угрозе возникновения ЧС происходит предварительно и в атмосфере неопределенности до того момента, когда ЧС происходит на самом деле. Как только возникла ЧС, планы должны быть проверены, оценены и адаптированы к реальной ситуации.



Рисунок 3.1 - Планируемые и проводимые мероприятия при угрозе возникновения ЧС

Процесс планирования таких мероприятий базируется на:

- определение задач, которые необходимо выполнить;
- оценка ресурсов, имеющиеся в наличии, возможности сил и средств для решения задач;

- оценка угрозы демографической ситуации, проведение микро- и макро-анализа уязвимости, потенциала и риска с использованием методов сбора качественной, количественной информации и способов ее обработки;
- определение требований для реагирования на ЧС, возможностей и потенциальных проблем в ресурсах государства;
- уточнение концепции операций, систем управления ЧС, процедур, необходимые для выполнения плана;
- уточнение порядка координации действий со структурами в иерархии управления, а также с международными как с правительственными, так и неправительственными организациями;
- выявление проблем, возникающих при реагировании на ЧС;
- более полный учет факторов, возможностей по реагированию на ЧС;
- уточнение решения проблем материально-технического обеспечения;
- определение форм и способов подготовки населения действиям по предупреждению ЧС и выживанию в них;
- оценка и улучшение плана посредством выполнения упражнений, проведения учений, тренировок, тестирования и анализа операций по реагированию на ЧС.

Планы составляются во всех структурах ГСЧС и на объектах. Они постоянно корректируются и уточняются в процессе непрерывной оценки прогнозируемых ЧС, работ по снижению их риска, уязвимости населения, объектов экономики и природной среды. Обычно планы содержат разделы (или разрабатываются отдельно) подготовки и реагирования на ЧС, оперативные планы и планы реагирования на случай непредвиденных чрезвычайных ситуаций. Общая схема подготовки и реагирования на ЧС представлена на рисунке 3.2.

Механизмами реагирования на чрезвычайные ситуации являются: разведка, поиск и спасение, эвакуация, обеспечение безопасности зоны чрезвычайной ситуации, развертывание и усиление соответствующих структур (больницы, госпитали и т.д.), развертывание систем распределения помощи, реализация оперативных планов реагирования на ЧС (рисунок 3.3). Основными мероприятиями для реализации механизма реагирования на ЧС являются:

- 1) развертывание системы наблюдения и разведки, необходимых для уточнения прогноза;
- 2) приведение в готовность системы оповещения населения о ЧС;
- 3) ввод в действие специальных правил функционирования экономики и общественной жизни;
- 4) нейтрализацию источников повышенной опасности при ЧС, прекращение операций с ними;
- 5) приведение в готовность аварийно-спасательных служб;
- 6) частичную эвакуацию населения.

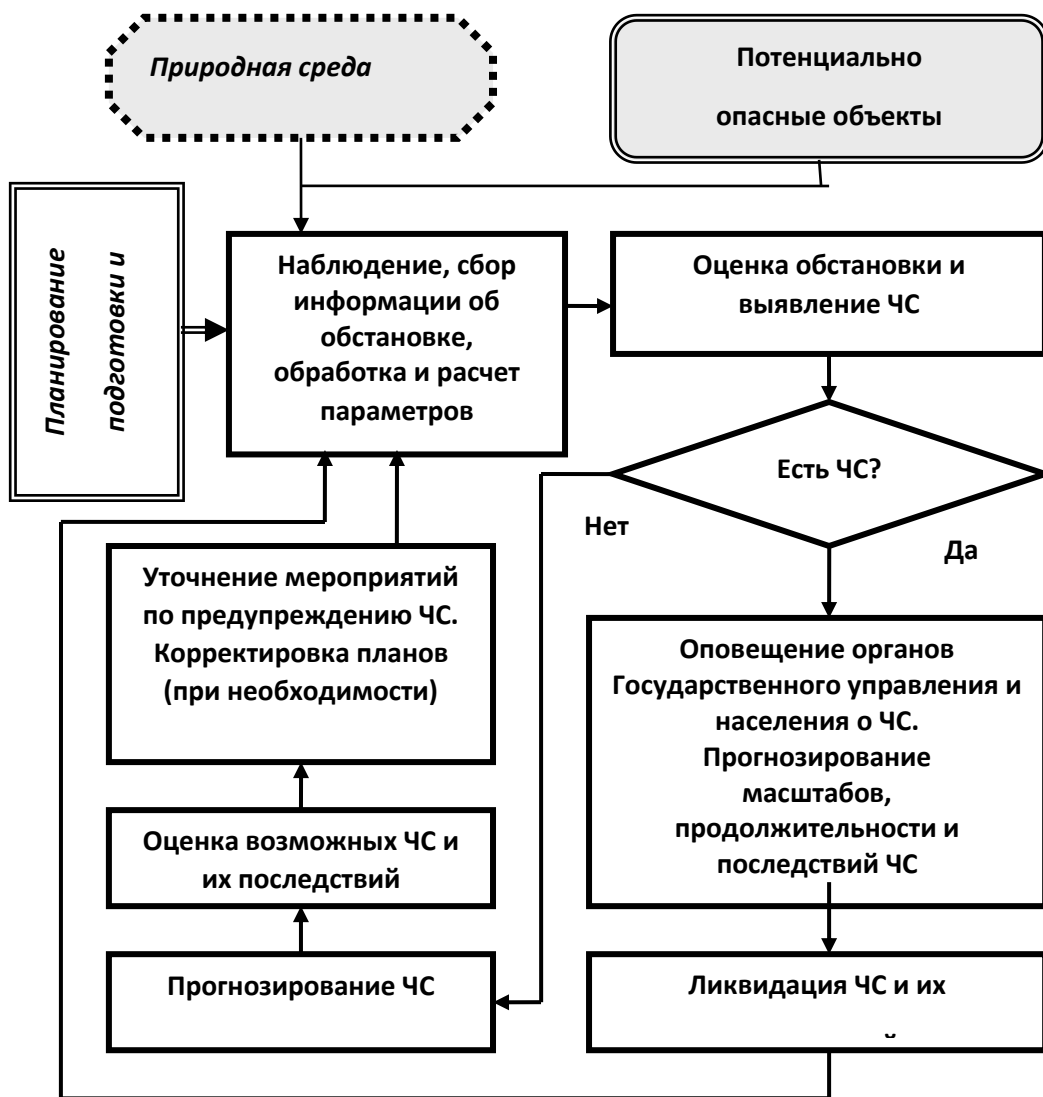


Рисунок 3.2 - Общая схема планирования, подготовки и реагирования на чрезвычайные ситуации



Рисунок 3.3 - Механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации

3.2 Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций: величины социального, экономического, экологического рисков и ущербов. Методики оценки социального риска. Управление рисками

Вероятность возникновения ЧС различного характера оценивают по различным методикам, но общим для всех методик является сравнение полученных результатов с принятыми критериями. Вероятность возникновения ЧС применительно к техническим объектам и технологиям оценивают на основе статистических данных или теоретических исследований. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле:

$$R = (N_{\text{чс}}/N_0) \leq R_{\text{доп}}$$

где **R** – риск;

N_{чс} – число чрезвычайных событий в год;

N₀ – общее число событий в год;

R_{доп} – принятое допустимое значения риска.

В качестве критериев риска могут быть приняты:

- величина допустимого риска;
- величина приемлемого риска;
- величина недопустимого риска.

В качестве критерия риска чаще всего используется *приемлемый риск*, так как на практике достичь абсолютной безопасности в большинстве случаев невозможно. Его суть заключается в принятии компромиссного решения. Величины социального, экономического и экологического рисков в различных ЧС разные. Иногда некоторые из них или очень малы или отсутствуют и, наоборот, в других ЧС некоторые из них значительны. Существуют различные методики численного определения конкретных социального, экономического и экологического рисков.

Для оценки ЧС применяют обобщенную и частную оценки ЧС. Первая используется для оценки любой ЧС, вторые характерны только для отдельных ЧС. Оценку ЧС можно проводить как до появления ее источников, так и после их появления. При оценке ЧС до появления ее источников, оценка носит вероятностный характер. Ее результаты используются для принятия мер по предупреждению ЧС. При оценке ЧС после появления ее источника, она будет более точная, а результаты оценки используют для определения мероприятий, сил и средств, которые необходимы для ликвидации последствий.

Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций включает в себя величины социального, экономического, экологического риска и суммы социального, экономического и экологического ущерба. Обобщенную оценку можно проводить как до возникновения ЧС, так и после. Если оценка проводится до возникновения ЧС, она носит вероятностный характер и, как правило, используется в целях предупреждения ЧС. Если оценка проводится после возникновения ЧС, она используется для выработки мероприятий, расчета сил

и средств, необходимых для ликвидации последствий. Обобщенная оценка годится для всех ЧС, так как определяет обобщенные показатели. Но конкретную оценку проводят по частным методикам, с помощью которых определяют специфические параметры и последствия. Во всех случаях для проведения оценки должны быть известны:

- 1) необходимые исходные данные;
- 2) критерии оценки;
- 3) величины и параметры, которые необходимо определить.

При обобщенной оценке обычно определяют:

- 1) величину социального риска;
- 2) величину экономического риска;
- 3) величину экологического риска;
- 4) экономический ущерб различным отраслям народного хозяйства;
- 5) социальный ущерб, касающийся жизни и здоровья человека;
- 6) ущерб природной среде

Ущерб от ЧС делят на фоновый и защитный, прямой и косвенный (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Виды ущерба

Фоновые (постоянно проводимые) мероприятия, основанные на долгосрочном прогнозе, включают следующее:

- 1) выполнение строительно-монтажных работ с учетом требований СНиП;

- 2) создание надежной системы оповещения населения об опасностях;
 - 3) накопление фонда защитных сооружений и обеспечение населения средствами индивидуальной защиты;
 - 4) организация радиационного, химического и бактериологического наблюдения, разведки и лабораторного контроля;
 - 5) всеобщее обязательное обучение населения правилам поведения и действиям в ЧС;
 - 6) проведение режимных, санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий;
 - 7) отказ от строительства потенциально опасных объектов в экономически уязвимых зонах;
 - 8) перепрофилирование объектов – источников повышенной опасности для здоровья и жизни людей;
 - 9) материально-техническое и финансовое обеспечение мероприятий ГО;
 - 10) практическая отработка планов ликвидации последствий ЧС.
- Примеры прямого и косвенного ущерба представлены на рисунке 3.5.

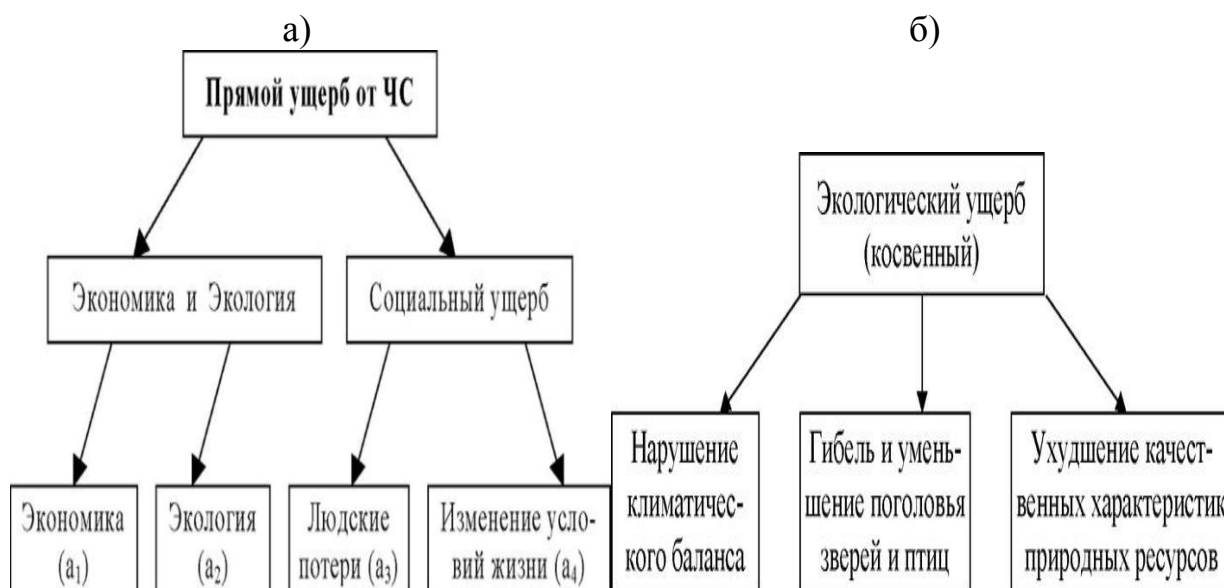


Рисунок 3.5 – Примеры прямого (а) и косвенного (б) ущерба

Меры по снижению возможных потерь и ущерба, уменьшению масштабов ЧС весьма многочисленны и многоплановые. Они осуществляются по ряду направлений и включают конкретные мероприятия научного, инженерно-технического и технологического характера, осуществляемые по видам природных и техногенных опасностей и угроз. Часть этих мероприятий проводят в рамках *инженерной, радиационной, химической, медицинской, медико-биологической и противопожарной защиты населения и территорий от ЧС.*

Методология оценки риска здоровью населения занимает ведущее положение в системе безопасности окружающей среды. Классификация и характеристика видов риска представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Классификация и характеристика видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Социальный	Социальные группы	ЧС, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

Оценка риска является одним из элементов методологии анализа риска здоровью, включающей в себя оценку риска, управление риском и информирование о риске (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Оценка риска

В качестве критериев риска принимают величину допустимого риска, величину приемлемого риска и величину недопустимого риска. Основными элементами оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека являются:

1) идентификация опасности – обобщение всей доступной информации, касающейся конкретного региона, источников загрязнений и их природы;

2) оценка воздействующих доз, которая включает три основных этапа:

а) характеристику окружающей обстановки;

б) идентификацию маршрутов воздействия, потенциальных путей распространения;

в) количественную характеристику экспозиции.

3) оценка зависимости «доза–эффект» – количественная связь между уровнем воздействия и возникающими в результате этого вредными эффектами в состоянии здоровья (определяют два основных типа вредных эффектов: канцерогенный и не канцерогенный).

4) оценка риска – интеграция всех полученных данных. Расчет рисков и их характеристика проводится отдельно для канцерогенных и не канцерогенных эффектов, при этом необходимо учитывать:

1) индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни, который определяется как дополнительный (над фоновым) риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни при воздействии конкретного вещества в определенной концентрации или дозе;

2) годовой популяционный онкологический риск определяется в виде числа дополнительных случаев рака, ожидаемых в течение каждого года, на определенное количество населения в изучаемом регионе в результате воздействия конкретной дозы канцерогена;

3) индивидуальный дополнительный канцерогенный риск при воздействии загрязнителей в течение всей жизни (таблица 3.2).

Методология оценки риска, признанная на международном уровне, включает четыре этапа:

1) Идентификация опасности (вредности): какие факторы, при каких уровнях и путях воздействия, из каких сред могут вызвать неблагоприятные последствия для здоровья человека, насколько правдоподобна и подтверждена ассоциация между фактором и заболеванием. На данном этапе определяются конкретные проблемы и приоритетные задачи, а также намечаются пути их решения.

2) Оценка экспозиции (характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, пути и точки воздействия, уровни экспозиции и др.). Целью данного этапа является определение доз и экспозиций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые возможно будут воздействовать в будущем, установление уровней экспозиции для популяции

в целом и ее отдельных субпопуляций, включая сверхчувствительные группы.

3) Установление зависимости "доза – ответ" – выявление связи между состоянием здоровья (например, долей лиц, у которых развилось определенное заболевание) и уровнями экспозиции. Данный анализ проводится раздельно для канцерогенов и веществ, не обладающих канцерогенным действием.

4) Характеристика риска – анализ всех полученных данных, расчетов рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости. Цель данного этапа – установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого для данного общества уровня.

Таблица 3.2- Ранжирование зон по уровню риска для здоровья населения

Характеристика зоны (с учетом уровня химической опасности по показателям риска)	Критерии отнесения зоны к тому или иному рангу по опасности для здоровья человека	Ранг зоне
Зона с минимальным риском для здоровья Не требует дополнительных мероприятий по снижению уровня риска, уровень риска подлежит периодическому контролю.	$TCR \leq 10^{-6}$ и $HI_{ac} < 1$ или $THI_{ac} < 1$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно) и $HI_{cr} < 1$ или $THI_{cr} < 1$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно)	IV
Зона с низким риском для здоровья Требуются среднесрочные плановые мероприятия по снижению приоритетных факторов риска. Необходим мониторинг по развернутой программе.	$10^{-6} < TCR \leq 10^{-4}$ и/или $HI_{ac} = 1$ или $THI_{ac} = 1$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно) и/или $HI_{cr} = 1$ или $THI_{cr} = 1$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно)	III
Зона с умеренным риском для здоровья Требуются оперативные мероприятия по снижению приоритетных факторов риска, разработка и проведение дополнительных оздоровительных мероприятий. Необходимы системные наблюдения с повышенной частотой за приоритетными факторами риска.	$10^{-4} < TCR \leq 10^{-3}$ и/или $1 < HI_{ac} \leq 5$ или $1 < THI_{ac} \leq 5$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно) и/или $1 < HI_{cr} \leq 5$ или $1 < THI_{cr} \leq 5$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно)	II
Зона с высоким риском для здоровья. Требуются экстренные мероприятия по снижению риска. Выделяются приоритетные факторы и источники риска. Обязательным является постоянный мониторинг ситуации в режиме on-line	$TCR > 10^{-3}$ и/или $HI_{ac} > 5$ или $THI_{ac} > 5$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно) и/или $HI_{cr} > 5$ или $THI_{cr} > 5$ (при односредовом или многосредовом поступлении ХВ соответственно)	I

Примечание: ХВ – химические вещества

Основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков. Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции. Риск может быть выражен не только количественно в масштабе от 1 до 0, но и полуколичественно или даже качественно.

Принципиальное положение этой методологии заключается в выделении в единый процесс оценку риска и управление им. Управление риском (рисунок 3.7) является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации, а также динамическому контролю (мониторингу) экспозиций и рисков, оценке эффективности и корректировке оздоровительных мероприятий.

Управление риском базируется на совокупности политических, социальных и экономических оценок полученных величин риска, сравнительной характеристике возможных ущербов для здоровья людей и общества в целом, возможных затрат на реализацию различных вариантов управленческих решений по снижению риска и тех выгод, которые будут получены в результате реализации мероприятий (например, сохраненные человеческие жизни, предотвращенные случаи заболеваний и др.).



Рисунок 3.7 – Управление риском

Управление риском состоит из нескольких элементов: сравнительная оценка и ранжирование рисков; определение уровней приемлемости риска; выбор стратегии снижения и контроля риска (контроль поступления химических веществ в окружающую среду из источников загрязнения,

мониторинг экспозиций и рисков, регламентирование уровней допустимого воздействия); принятие управленческих (регулирующих) решений (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Методы управления риском

С целью снижения уровней риска используют следующие подходы:

- 1) ограничение числа экспонируемых лиц;
- 2) ограничение сферы использования источника риска или территорий с такими источниками (например, запрет использования загрязненных участков территории для рекреационных целей);
- 3) ограничение или полный запрет прямого контакта человека с опасным химическим соединением;
- 4) полный запрет производства, применения и ввоза определенного химического вещества или использования данного технологического процесса или оборудования;
- 5) снижение числа и мощности источников опасности;
- 6) снижение вероятности развития/проявления вредных эффектов;
- 7) снижение вероятности воздействий (например, вероятности развития аварии).

Кроме необходимости определения и оценки риска имеется возможность и управлять риском, что позволяет снизить или даже исключить социальный, экономический и экологический ущерб. Такая возможность основана на следующих фактах. Несмотря на то, что потоки масс и энергий при авариях технических систем формируются, как правило, спонтанно, на их величину и вероятность возникновения можно оказывать влияние ограничением запасов масс веществ и энергий на объекте, контролем за его состоянием, введением защитных зон, использованием предохранительных средств и др.

Для выполнения условий безопасности может потребоваться внесение изменений в следующие компоненты, управляющие риском: *конструкторские решения; аварийные методики; учебные, тренировочные*

программы, программы по переподготовке; руководство по эксплуатации; нормативные документы; программы по безопасности.

На этапе управления риском обычно анализируют разные альтернативы и выбирают наиболее подходящие управляющие воздействия. С целью принятия окончательного решения результаты оценки риска рассматривают с учетом инженерных, экономических, социальных и политических аспектов. Например, если вероятность взрыва на предприятии емкости с газовоздушной смесью очень велика, то ее можно уменьшить за счет уменьшения количества хранящегося взрывоопасного вещества, установить приборы, которые автоматически будут стравливать накопившийся газ и др.

На рисунке 3.9 представлена общая схема процесса управления риском, на рисунке 3.10 - алгоритм оценки ущерба и риска.

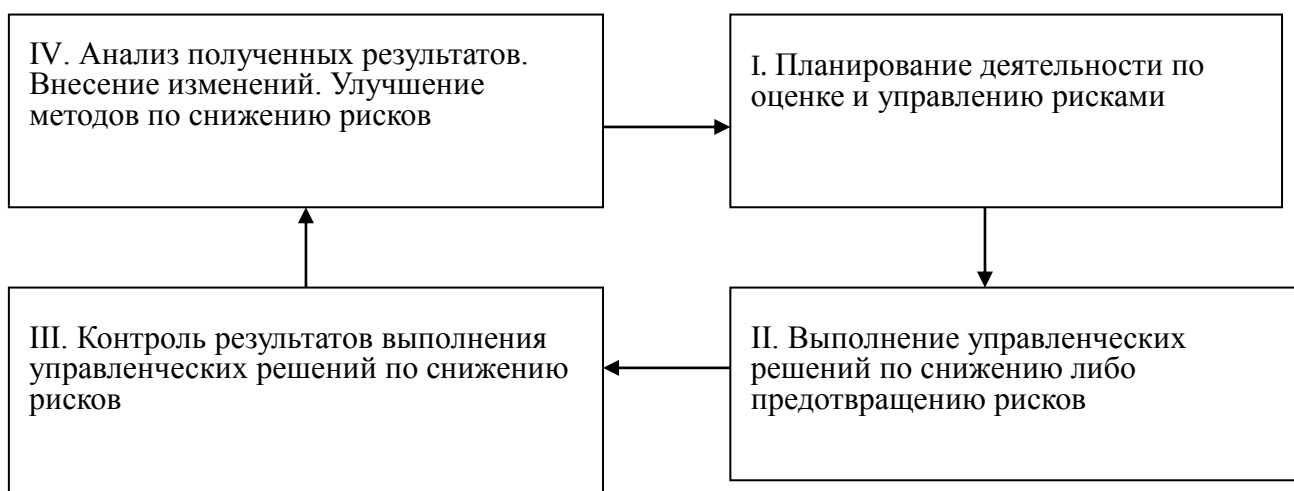


Рисунок 3.9 – Общая схема процесса управления риском

Основные действия по управлению техногенными и экологическими рисками включают:

- планирование на основе учета источников загрязнения;
- разработка планов и операций по уменьшению хронического загрязнения;
- разработка мер по утилизации и безопасному хранению отходов.

Планирование должно исходить из целевой задачи, определенной для предприятия или региона: *снижение роста загрязнения, его стабилизация или снижение уровня до количественно обозначенных пределов.*

Планирование является важнейшей функцией управления, поскольку без разработки плана невозможен управленческий контроль.

При планировании должны быть учтены следующие меры.
необходимо:

1. Изучить природные экосистемы, их устойчивость к различным внешним воздействиям;
2. Усилить внимание районам со сложной экологической ситуацией (высокорисковым зонам), уменьшить площадь этих районов;

3. Сохранить ненарушенными эталонных участков как основы для самовоспроизводства экосистем и восстановления нарушенных экосистем после снятия антропогенной нагрузки;
4. Обеспечить экологический мониторинг;
5. Требовать от предприятий улучшения обслуживания оборудования;
6. Требовать улучшения обучения персонала (включая экологическое);
7. Поставить организациям задачи по экологии;
8. Установить контроль (инспекции) и его периодичность;
9. Создать стимулы для инициатив в области экологии.

После того, как целевая функция определена и план сформирован, до загрязнителей доводятся плановые нормативы ПДВ, ПДС и ПДН, а также требуется план конкретных мер по переходу на них.

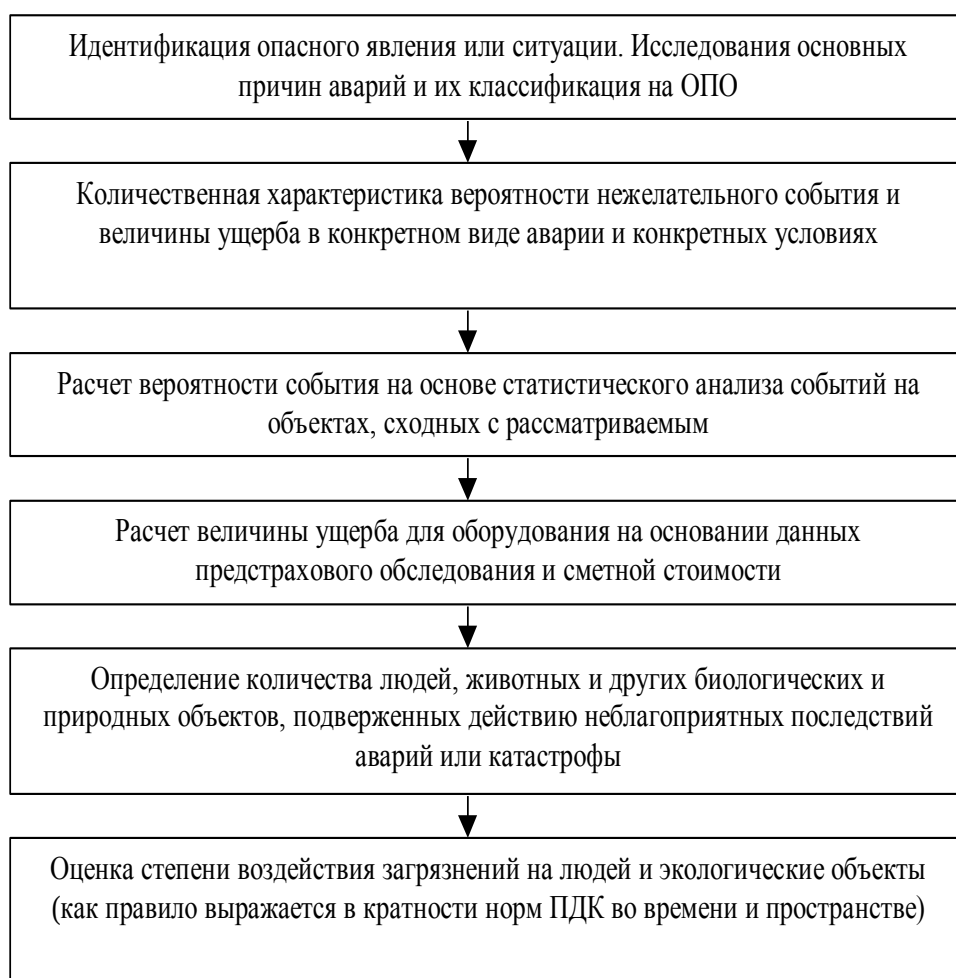


Рисунок 3.10 – Алгоритм оценки ущерба и риска

Для энергетических установок обычно предусматривается следующая последовательность операций:

1. Перевод на более экологичное топливо (с угля на мазут, с мазута на природный газ);
2. Замена оборудования на более производительное и экологичное;
3. Увеличение высоты дымовых труб;

4. Установка фильтров в дымовых трубах.

Для промышленных предприятий, например, химические предприятия:

1. Строительство очистных сооружений механической и биологической очистки стоков;
2. Переход на обратную систему водоснабжения;
3. Замена установок периодического, на установки постоянного действия (отсутствие продувочных газов);
4. Замена технологий с использованием более опасных веществ на технологии, использующие менее опасные соединения;
5. Рекуперация паров применяемых реагентов;
6. Утилизация отходов;
7. Переход на малоотходные и безотходные технологии.

Для аграрных предприятий:

1. Вынос животноводческих, производственных и складских объектов из водоохранных зон водоёмов и водотоков;
2. Применение почвозащитных технологий в растениеводстве, сокращающих смыв поверхностного слоя, восстановление лесозащитных полос вдоль рек;
3. Применение менее опасных для людей средств защиты растений, более эффективное использование минеральных удобрений и пр.

Многие из этих мер решаются значительно быстрее и эффективнее при наличии стремления предприятий-загрязнителей к экологически эффективному проведению работ.

Стремление это проявляется через комплекс инициатив, такой как добровольный переход на системы экологического менеджмента. В этом случае система поддерживается через периодическое проведение независимого экологического аудита, а потребность в контроле со стороны государственных органов сокращается.

Для управления аварийными рисками большое значение имеет частота (редкость) аварий.

Частота может быть определена как количество возможных случаев в месяц, в 100 дней, в год, в 10 лет, к гарантийному периоду завода-изготовителя, т. е. к определенному временному периоду.

Информация о вероятности аварий содержится в технических характеристиках используемых материалов и оборудования, а также оценивается статистически или экспертно. Увеличение частоты говорит о неправильной эксплуатации, износе или о несвоевременной замене оборудования.

Обычно заводы-изготовители определяют гарантийные сроки безаварийной эксплуатации, после чего оборудование требует замены. Эти сроки могут быть продлены после инспекции или капитального ремонта. Невыполнение этих работ свидетельствует о халатности руководителей и государственные проверки должны обязывать их выполнять эти обязанности.

Последствия аварий могут быть классифицированы:

- по протяженности во времени

- по распространению по площади.

По времени могут быть выделены следующие аварии:

- долгосрочные (более 5 лет);
- среднесрочные (1–5 лет);
- краткосрочные (до 1 года) повреждения.

По площади можно выделить аварии, последствия которой распространились на:

- большую (с радиусом более 5 м);
- среднюю (1–5 м);
- малую площадь (менее 1 км, фактически только на участок размещения установки).

Эти характеристики важны для оценки ущерба третьим лицам, как юридическим, так и физическим.

Особо опасными объектами считаются атомные электростанции, химические и нефтехимические предприятия, магистральные трубопроводы, нефтеналивные суда и др.

Эти объекты должны быть взяты под особый контроль, поскольку аварии на них обычно принимают катастрофический характер.

Избежание или снижение риска является мерой безопасности. Поэтому, для управления сложными системами, приходится заблаговременно рассчитывать степень риска и возможные потери, которые может понести как субъект, предпринимающий действие, так и окружающая его среда. Для этого нужно количественно оценить (квантифицировать) риск.

Любое действие характеризуется той или иной степенью риска. Эта степень называется *вероятностью или частотой*. Частота обычно обозначается как p и изменяется от 0 до 1. 0 – характеризует полное отсутствие риска, 1 – соответствует полному риску, т. е. любой исход будет полностью негативным.

Обычно вероятность не превышает нескольких процентов или даже долей процента. Это связано с тем, что человек, предпринимая действие, стремится к положительному результату, и хочет максимально обезопасить себя.

Вторая составляющая риска – так называемая *тяжесть последствий (T)*. Это опасность или *вред (ущерб)*, которые могут принести неблагоприятные исходы.

В большинстве случаев *вред (ущерб)*, оценивается в деньгах. Однако в значительном числе случаев, которых очень много в экологии, ущерб с трудом поддается монетарной (денежной) оценке. Например, невозможно точно оценить в денежном выражении гибель птиц в результате разлива нефти, уничтожение неиспользуемого ландшафта, ущерб здоровью человека в результате загрязнения воздуха.

В общем виде *формула оценки риска* (r) имеет следующий вид:

$$r = p \cdot T$$

где p – вероятность наступления события;

T – тяжесть последствий (величина вреда, ущерба).

Если величина T выражена в монетарной форме, то *риск* можно охарактеризовать как *выражение вероятного ущерба или величины потерь от предпринимаемого действия*.

Поскольку вероятность (p) и тяжесть последствий (T) принято оценивать как средние величины, обычно риск (r) определяют как среднеожидаемую величину возможных потерь. Оценки могут колебаться от минимальных, до максимальных.

Ввиду этого следует различать минимальный (r_{min}) и максимальный (r_{max}) риск.

Риск обычно имеет *многомерный характер*. Это значит, что человек или организация, предпринимающие какое-либо действия, рискуют сразу в нескольких направлениях. В каждом направлении имеются так называемые вторичные следствия, которые также необходимо принимать во внимание. Все риски могут быть оценены в денежной форме. Поэтому появляется возможность определить *суммарный риск* (R) предпринимаемого действия по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^m p_i T_i$$

где $i = 1, 2, 3 \dots m$, количество направлений, по которым рассчитывается риск.

Все риски делятся на *определенные и неопределенные*. *Определенные риски* рассчитать относительно легко, поскольку сделать это можно с помощью теорий вероятности и математической статистики. Для них характерны известные частота (вероятность) и тяжесть потерь (ущерб). Для *неопределенных рисков* частота (вероятность) и тяжесть потерь (вред, ущерб) являются величинами неизвестными. Поскольку это более общий случай возникновения рисков, риск в управлении обычно определяется как уровень неопределенности в предсказании результатов предпринимаемых действий.

Каждый вид риска обуславливают характерные источники и факторы риска. Аналитически риск выражает частоту реализации опасностей по отношению к возможному их числу.

В общем виде математически риск записывается в виде формулы

$$R = \frac{N_t}{Q_f}$$

где R - риск;

N - количественный показатель частоты нежелательных событий в единицу времени t ;

Q - число объектов риска, подверженных определенному фактору риска f .

При анализе опасностей, связанных с отказами технических устройств, выделяют *техногенный (технический) риск* - комплексный показатель надежности элементов техносферы, показатели которого определяются соответствующими методами теории надежности. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_T = \frac{\Delta T_t}{T_f}$$

где R_T - технический риск;

ΔT - число аварий в единицу времени t на идентичных технических системах и объектах;

T - число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска f .

К источникам технического риска относятся:

- низкий уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

- опытное производство новой техники;

- серийный выпуск небезопасной техники;

- нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем.

Выделяются наиболее распространенные факторы технического риска:

- ошибочный выбор по критериям безопасности направлений развития техники и технологий;

- выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия технических систем;

- ошибки в определении эксплуатационных нагрузок;

- неправильный выбор конструкционных материалов;

- недостаточный запас прочности;

- отсутствие в проектах технических средств безопасности;

- некачественная доводка конструкции, технологии, документации по критериям безопасности;

- отклонения от заданного химического состава конструкционных материалов;

- недостаточная точность конструктивных размеров;

- нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей;

- нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин; использование техники не по назначению;
- нарушение паспортных (проектных) режимов эксплуатации;
- несвоевременные профилактические осмотры и ремонты;
- нарушение требований транспортирования и хранения.

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$$R_o = \frac{\Delta O_t}{O}$$

где R_o - экологический риск;

ΔO - число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени t ;

O - число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска R_o^m оцениваются процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий ΔS_k общей площади рассматриваемого биогеоценоза S :

$$R_o^m = \frac{\Delta S}{S} 100$$

Дополнительным косвенным критерием экологического риска может служить интегральный показатель экологичности территории предприятия, соотносимый с динамикой плотности населения (численности работающих):

$$O_T = \pm \Delta L = \frac{\pm M(t)}{S}$$

где O_T - уровень экологичности территории;

ΔL - динамика плотности населения (работающих);

S - площадь исследуемой территории;

ΔM - динамика прироста численности населения (работающих) в течение периода наблюдения t :

$$\Delta M = G + F - U - V,$$

где G , F , U , V - соответственно численность родившихся за наблюдаемый период, прибывших в данную местность на постоянное местожительство, умерших и погибших, выехавших в другую местность на постоянное местожительство (уволившихся).

Разность $(G - U)$ характеризует естественный, разность $(F - V)$ - миграционный прирост населения на территории (текучесть кадров).

Положительные значения уровней экологичности позволяют разделять территории по степени экологического благополучия, *отрицательные значения* уровней - по степени экологического бедствия.

Динамика уровня экологичности территории позволяет судить об изменении экологической ситуации на ней за длительные промежутки времени, определить зоны экологического бедствия (демографического кризиса) или благополучия.

В современных условиях основным источником экологического риска является *техногенное влияние на окружающую природную среду*, а наиболее распространенными факторами экологического риска

- загрязнение водоемов;
- атмосферного воздуха вредными веществами;
- почвы отходами производства;
- изменение газового состава воздуха;
- энергетическое загрязнение биосферы.

Одной из наиболее часто употребляющихся характеристик опасности является

индивидуальный риск — частота поражения отдельного индивидуума (человека) в результате воздействия исследуемых факторов опасности.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска.

В общем случае количественно (численно) индивидуальный риск выражается отношением числа пострадавших людей к общему числу, рискующих за определенный период времени.

$$R_H = \frac{P(t)}{L(f)}$$

где R_H - индивидуальный риск;

P - число пострадавших (погибших) в единицу времени t от определенного фактора риска f ;

L - число людей, подверженных соответствующему фактору риска в единицу времени t .

Источником индивидуального риска в производственной сфере является профессиональная деятельность, наиболее распространенным фактором риска - опасные и вредные производственные факторы.

Индивидуальный риск во многом определяется:

- квалификацией;
- готовностью индивидуума к действиям в опасной ситуации;
- защищенностью.

Индивидуальный риск, как правило, следует определять не для каждого человека, а для групп людей, характеризующихся примерно одинаковым

временем пребывания в различных опасных зонах и использующих одинаковые средства защиты.

Рекомендуется оценивать индивидуальный риск отдельно:

- для персонала объекта;
- для населения прилегающей территории или;
- для более узких групп, например, для рабочих различных специальностей.

Другим комплексным показателем риска, характеризующим пространственное распределение опасности по объекту и близлежащей территории, является *потенциальный территориальный риск* - частота реализации поражающих факторов в рассматриваемой точке территории.

Потенциальный территориальный риск используется при расчете распределения риска по территории вокруг объекта (*картировании риска*).

В этом случае индивидуальный риск определяется

- как потенциальным территориальным риском,
- так и вероятностью нахождения человека в районе возможного действия опасных факторов.

Потенциальный территориальный, или потенциальный, риск не зависит от факта нахождения объекта воздействия (например, человека) в данном месте пространства. Предполагается, что условная вероятность нахождения объекта воздействия равна 1 (т. е. человек находится в данной точке пространства в течение всего рассматриваемого промежутка времени). Потенциальный риск не зависит от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте и может меняться в широком интервале.

Потенциальный риск выражает собой потенциал максимально возможной опасности для конкретных объектов воздействия (реципиентов), находящихся в данной точке пространства.

Как правило, потенциальный риск оказывается промежуточной мерой опасности, используемой для оценки социального и индивидуального риска при крупных авариях.

Распределения потенциального риска и населения в исследуемом районе позволяют получить количественную оценку социального риска для населения. Для этого нужно рассчитать количество пораженных при каждом сценарии от каждого источника опасности и затем определить частоту событий F , при которой может пострадать на том или ином уровне N и более человек.

Другой количественной интегральной мерой опасности объекта является *коллективный риск*, определяющий ожидаемое количество пострадавших в результате аварий на объекте за определенное время.

Социальный риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей. По существу — это *риск для группы или сообщества людей*.

Оценить его можно, например, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек соответствующей группы:

$$R_c = \frac{1000(C_1 - C_2)}{L}$$

где R_c - социальный риск;

C_1 – число умерших в единицу времени t (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения до развития чрезвычайных событий;

C_2 – смертность в той же группе людей в конце периода наблюдения, например, на стадии затухания ЧС;

L – общая численность исследуемой группы.

Социальный риск определяется функцией распределения потерь (ущерба), у которой есть установившееся название *-F/N-кривая*.

В общем случае в зависимости от задач анализа под N можно понимать и общее число пострадавших, и число смертельно травмированных или другой показатель тяжести последствий. Соответственно критерий приемлемого риска будет определяться уже не числом для отдельного события, а кривой, построенной для различных сценариев аварии с учетом их вероятности.

В настоящее время общераспространенным подходом для определения приемлемости риска является использование двух кривых, когда, например, в логарифмических координатах определены *F/N-кривые* приемлемого и неприемлемого риска смертельного травмирования. Область между этими кривыми определяет промежуточную степень риска, вопрос о снижении которой следует решать, исходя из специфики производства и региональных условий.

Одним из основных источников социального риска являются:

- промышленные технологии;
- объекты повышенной опасности.

К факторам социального риска относятся:

- аварии на АЭС, ТЭС;
- аварии на химических комбинатах;
- аварии на продуктопроводах;
- транспортные катастрофы;
- техногенное загрязнение окружающей среды.

Экономический риск определяется соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$R_э = \frac{B}{П} 100$$

где $R_э$ – экономический риск, %;

B – вред от рассматриваемого вида деятельности;

$П$ – польза.

Для целей экономического регулирования промышленной безопасности и страхования важным является такой показатель риска, как статистически

ожидаемый ущерб в стоимостных или натуральных показателях. В условиях хозяйственной деятельности необходим поиск оптимального соотношения затрат на безопасность и возможного ущерба от недостаточной защищенности. Найти его можно, если задаться некоторым значением реально достижимого уровня безопасности производства. Более распространен подход, когда уровни приемлемого риска, в том числе и индивидуального, определяются в каждом конкретном случае. Использование рассматриваемых видов риска позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности жизнедеятельности как на уровне предприятия, так и на макроуровнях в масштабах инфраструктур.

Экономический ущерб складывается из прямого и косвенного. *Прямой ущерб* - это такой ущерб, который возникает непосредственно в результате уничтожения и разрушения объектов хозяйствования, уничтожения и приведения в негодное для использования состояние техники, продуктов производства и т.д. *Косвенный* — это такой ущерб, который составляют недополученные суммы доходов, товаров, ценностей в результате прямого ущерба.

Прямой ущерб складывается из разности между стоимостью основных фондов производства объекта хозяйствования до ЧС и их стоимостью после ЧС. Эта разность и является прямым ущербом, для определения которого необходимо располагать данными о степени поражения объекта.

Степень поражения объекта хозяйствования определяется исходя из численного значения пораженной площади объекта по отношению к его общей площади или числа пораженных элементов объекта хозяйствования к общему числу.

$$D = S_{\text{пор}} / S_{\text{общ}} = N_{\text{пор}} / N_{\text{общ}}$$

где D - степень поражения объекта хозяйствования;

$S_{\text{пор}}$ - площадь объекта хозяйствования, подвергшаяся разрушению;

$S_{\text{общ}}$ - общая площадь;

$N_{\text{пор}}$ - число пораженных элементов объекта хозяйствования;

$N_{\text{общ}}$ - общее число элементов объекта хозяйствования.

Число потерь населения можно определить по формуле

$$П = S_{\text{пор}} L_c / S_{\text{общ}}$$

где $П$ - число жертв при внезапном взрыве;

L_c - численность работающих в данной смене или на предприятии.

При оценке экономического ущерба от природных стихийных бедствий ущерб также подразделяют на прямой и косвенный.

Прямой ущерб - это потери базиса производства: земля, убытки сельхозпредприятий и государства из-за потерь базиса производства

Косвенный ущерб - это ущерб, наносимый объектам хозяйствования, находящимся вне зоны прямого воздействия стихийных сил природы.

Потери и ущерб рассчитываются отдельно для земель, пострадавших от стихийного бедствия, и для сельскохозяйственных объектов.

Например, прямой ущерб в случае гибели сельскохозяйственных культур в результате затопления определенных площадей посевов и неуробанного урожая состоит из стоимости выполненных на ней сельскохозяйственных работ (вспашка, внесение удобрений, боронование, посев, прополка, полив, внесение химических веществ для борьбы с вредителями и т.д.) и материальных затрат на семена, удобрения, ядохимикаты и т.д. за вычетом сумм, затраченных на государственное страхование. Определяется и сумма недополученного чистого дохода из-за гибели посевов.

Косвенный ущерб составляют: недополучение государством суммы налога с оборота, выплаты государственного страхования за гибель посевов, недополучение прибыли.

Аналогично рассчитывается экономический ущерб и от других стихийных бедствий.

Экологический ущерб учитывает не только экологические показатели, но и оценки, связанные со здоровьем населения, отклонением показателей здоровья человека от нормы, экономической эффективностью использования природных ресурсов, отклонением показателей состояния природных ресурсов от принятых в качестве приемлемых.

Меры по снижению возможных потерь и ущерба, уменьшению масштабов ЧС весьма многочисленны и многоплановы. Они осуществляются по ряду направлений и включают конкретные мероприятия научного, инженерно-технического и технологического характера, осуществляемые по видам опасностей и угроз. Часть этих мероприятий проводят в рамках инженерной, радиационной, химической, медицинской, медико-биологической и противопожарной защиты населения и территорий от ЧС.

3.3 Предупреждение чрезвычайных ситуаций. Основные направления деятельности органов государственного управления, организаций всех форм собственности и населения по предупреждению чрезвычайных ситуаций

В *техногенной сфере* работа по предупреждению аварий ведется на конкретных объектах и производствах. Для этого используют такие меры, как:

- 1) совершенствование технологических процессов,
- 2) повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности систем,
- 3) своевременное обновление основных фондов,
- 4) применение качественной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий,
- 5) использование квалифицированного персонала,
- 6) создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики,

- 7) безаварийной остановки производства,
- 8) локализация и подавление аварийных ситуаций и многое другое.

Работу по предотвращению аварий проводят соответствующие технологические службы предприятий, их подразделения по технике безопасности.

Для предупреждения производственных аварий и катастроф, уменьшения последствий при их совершении руководители промышленных предприятий разрабатывают и осуществляют организационно-технические мероприятия. Их содержание и объем зависят от особенностей производства, характера технологического процесса, применяемых и производимых материалов и веществ. Обязательным условием безаварийной работы всех предприятий является строгое соблюдение требований техники безопасности. На промышленных объектах осуществляются систематические проверки состояния зданий, сооружений, оборудования и организации технологических процессов.

К мероприятиям по предупреждению аварий и катастроф на потенциально опасных объектах хозяйствования относятся:

- размещение потенциально опасных объектов на безопасном удалении от жилых застроек и других объектов;
- разработка, производство и применение надежных потенциально безопасных промышленных установок;
- внедрение автоматических и автоматизированных систем контроля за безопасностью производства;
- повышение надежности самих систем контроля;
- своевременная замена устаревшего оборудования;
- своевременная профилактика и техническое обслуживание оборудования;
- соблюдение технических правил эксплуатации оборудования;
- совершенствование противопожарной защиты и системы пожарной безопасности;
- соблюдение правил безопасности при транспортировке и хранении опасных веществ;
- использование результатов прогнозирования ЧС для совершенствования системы безопасности.

Для предотвращения взрывов воздушных смесей, образующихся из-за насыщения воздуха парами бензина, керосина, природного газа, сахарной и древесной пыли и т. д., в первую очередь устраняют источники возможного воспламенения и осуществляют мероприятия по защите зданий от разрушения. При строительстве таких зданий проектируют прочные ограждения, конструкции, способные выдержать нагрузку, равную максимальному давлению при взрыве. Создают во взрывоопасных зонах инертную среду, в которой содержание кислорода меньше необходимого для поддержания горения. Взрывоопасная зона изолируется прочными стенами. Взрывоопасные производства располагают в местах, где в случае

взрыва не будет причинен существенный вред окружающей среде. Устанавливают специальные предохранительные клапаны для сброса давления, возникающего при взрывах. Подавление взрыва основано на том, что при воспламенении взрывоопасной смеси давление в начальный период поднимается медленно, и в этот момент по сигналу специальных датчиков включается устройство, предотвращающее распространение пламени. Для защиты лиц, работающих на предприятиях со взрывоопасной характеристикой, создают защитные сооружения типа убежищ.

Уменьшению последствий аварий на взрывоопасных объектах способствует своевременное проведение противопожарных мероприятий, которые должны проводиться еще при проектировании и строительстве населенных пунктов (улицы планируют, согласно существующим нормам, для разных категорий городов). Здания и сооружения, расположенные вблизи взрывоопасных и пожароопасных объектов, строят из огнестойких материалов, с удобными подъездами. На улицах, в зданиях устанавливают пожарные гидранты, краны, из которых берут воду в случае пожара, готовят дополнительные источники воды и средства тушения пожаров. Дворы должны быть очищены от мусора и легковоспламеняющихся материалов; лестничные клетки, коридоры, выходы и т. д. освобождены от загромождающих предметов.

Предупреждение *опасных природных явлений* связано с большими трудностями из-за несопоставимости их мощи с возможностями людей (землетрясения, ураганы, смерчи и др.). Однако существуют опасные природных явлений и процессы, негативному развитию которых можно воспрепятствовать целенаправленной деятельностью людей. К ним относят мероприятия по предупреждению влияния града, предупредительный спуск лавин, заблаговременное уничтожение селевых озер и озер, образовавшихся в результате завалов русел горных рек, а также другие случаи, когда систематическое снижение накапливающегося потенциала опасных природных явлений оказывается эффективным.

К мерам по предотвращению чрезвычайных ситуаций *биолого-социального характера* относят локализацию и подавление природных очагов инфекций, вакцинацию населения и сельскохозяйственных животных и др. Наиболее эффективными способами не допустить распространения эпидемии являются карантин и обсервация.

Карантин объявляется, если вид возбудителя особо опасен. Проводят следующие мероприятия: организуют полную изоляцию очага заражения с вооруженной охраной; выход и выезд людей, вывоз животных, а также имущества запрещают; прекращается работа предприятий и учреждений за исключением крайне необходимых; проводят комплекс медицинских мероприятий; снабжение продуктами осуществляют через перегрузочные пункты; организуют максимальную разобщенность людей; запрещают транзитный проезд через очаг заражения.

Обсервация объявляется, если вид возбудителя не особо опасен. Для этого ограничивают въезд и выезд на территорию; вывоз имущества

разрешают только после дезинфекции; усиливают медицинский контроль над качеством продуктов; проводят медицинскую профилактику населения; выявленных больных своевременно изолируют и направляют в лечебные учреждения.

Предупреждение экологических ЧС включает в себя мероприятия по овладению населением экологического мировоззрения; комплекс мероприятий по обеспечению экологической безопасности, по защите природной среды от человеческой деятельности; комплекс мероприятий по повышению устойчивости организма человека к выживанию в условиях экологических загрязнений; мероприятия по предупреждению отдельных экологических ЧС.

Мероприятия по предупреждению и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций экологического характера осуществляются:

- реализацией республиканских и местных программ, направленных на сохранение и улучшение среды обитания;
- соблюдением правил природоохранительного законодательства;
- государственным нормированием экологически опасных производств;
- лицензированием видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для экологии;
- сертификацией продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для здоровья людей;
- государственной экологической экспертизой;
- экологическим мониторингом;
- экономической заинтересованностью юридических и физических лиц в соблюдении природоохранительного законодательства;
- применением мер ответственности за правонарушения в области охраны природы;
- возмещением юридическими и физическими лицами вреда, причиненного ими здоровью и имуществу людей в результате несоблюдения требований природоохранительного законодательства;
- развитием науки и использованием ее достижений в изучении состояния здоровья и обеспечении экологического благополучия в республике;
- информированностью населения о состоянии его здоровья, экологической обстановке, проводимых профилактических мероприятиях;
- системой государственного и ведомственного надзора за соблюдением природоохранительного законодательства;
- воспитанием у населения высокой культуры, бережного отношения к природным богатствам.

Основные направления деятельности органов государственного управления, организаций всех форм собственности и населения по предупреждению ЧС. Примерный алгоритм изучения опасностей, управления рисками и предупреждения ЧС представлен на рисунке 3.11.

Предупреждение ЧС как в части их предотвращения (снижения вероятности возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) проводится по следующим направлениям:

- 1) мониторинг и прогнозирование ЧС;
- 2) рациональное размещение производительных сил и поселений на территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;
- 3) предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения накапливающегося разрушительного потенциала;

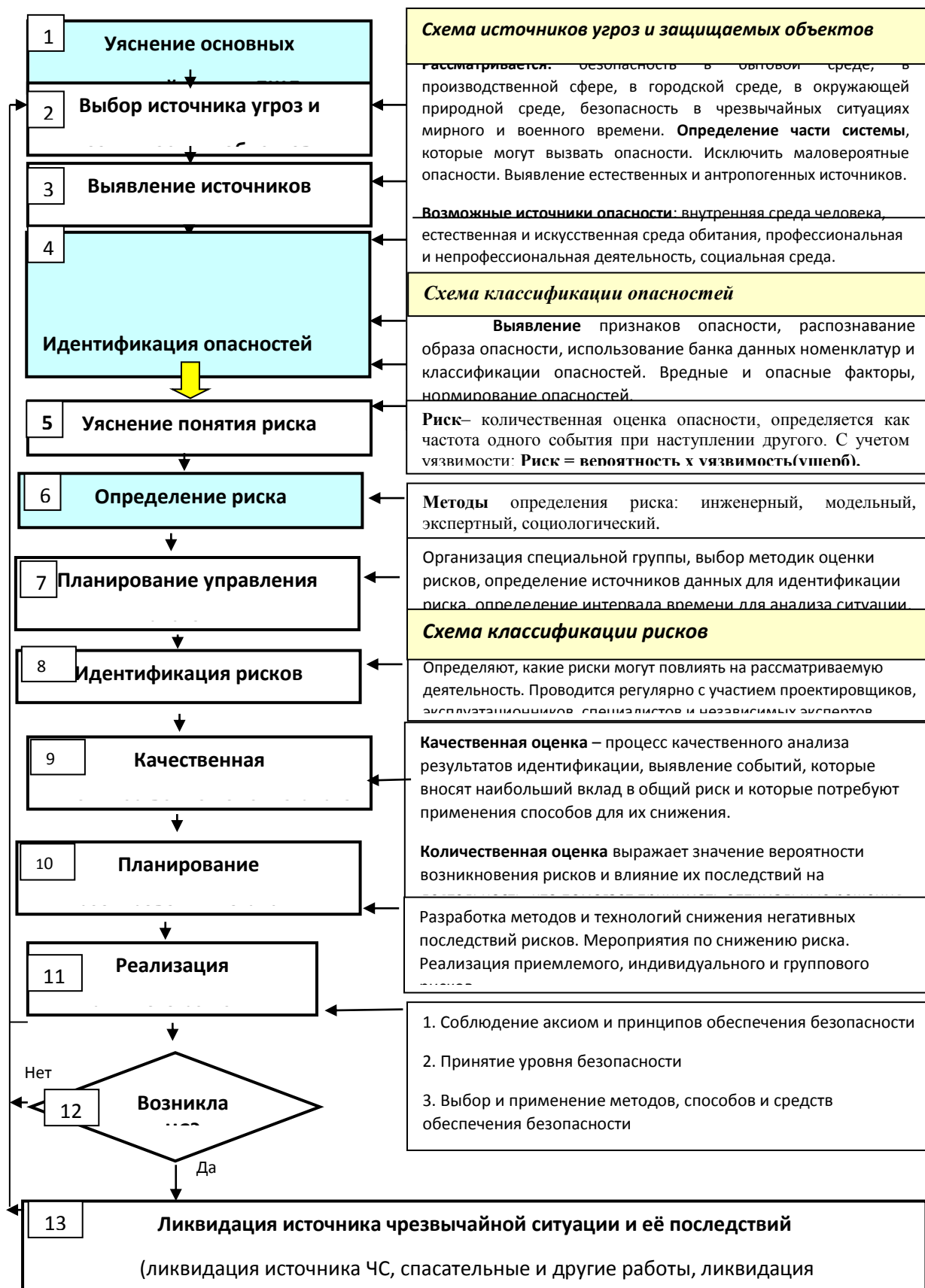


Рисунок 3.11 – Примерный алгоритм изучения опасностей, управления рисками и предупреждения ЧС

- 4) предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- 5) разработка и осуществление инженерно–технических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения источников ЧС, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;
- 6) обучение производственного персонала и повышение технологической и трудовой дисциплины;
- 7) подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС;
- 8) декларирование промышленной безопасности;
- 9) лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- 10) проведение государственной экспертизы в области предупреждения ЧС;
- 11) государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;
- 12) страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- 13) информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- 14) подготовка населения в области защиты от ЧС мирного и военного времени.

3.4 Оповещение населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций. Меры безопасности при проведении массовых общественных мероприятий

Оповещение населения о ЧС обеспечивает автоматизированная система централизованного оповещения. Она включает сирены, производственные гудки, др. сигнальные устройства, передаёт речевую информацию по радио и телевидение (рисунок 3.12).

Оповещаются также и должностные лица по служебным и квартирным телефонам. Информация дублируется радио и проводными средствами связи. Применяют уличные громкоговорители, а в сельской местности – колокола церквей или удары по металлу, локальные системы оповещения. В дневное время население должно быть оповещено за 5 минут, в ночное – за 10–15 минут.

Для мирного времени установлен сигнал оповещения о ЧС: «*Внимание Всем!*». Включаются на 3 минуты сирены и другие сигнальные устройства. Услышав сигнал, гражданин должен включить радиоточку, радиоприемник или телевизор на местную станцию и выслушать информацию о ЧС и рекомендации по защите.

С объявлением военного положения вводят сигналы: «Воздушная тревога!», «Отбой воздушной тревоги!», «Химическая тревога!»,

«Радиационная опасность!». Включают сирены и другие сигнальные устройства на 3 минуты. Одновременно по радио и телевидению многократно повторяется «Граждане! Воздушная тревога!», либо «Химическая тревога!», либо «Радиационная опасность», население укрывают в защитные сооружения. Если люди остаются дома, то необходимо провести герметизацию помещения. По радио могут быть объявлены дополнительные рекомендации по защите.



Рисунок 3.12 - Оповещение населения о чрезвычайной ситуации

Меры безопасности при проведении массовых общественных мероприятий. Борьба с терроризмом возможна только при активной поддержке всего населения, каждого гражданина. Элементарная бдительность может спасти сотни и тысячи человеческих жизней, материальные ценности/ Террористы используют большой арсенал средств для взрывов – от самодельных устройств до гранат. Радиус поражения этих средств – от десятков до нескольких сот метров. Способы их установки и приведения в боевое положение разные. Например, подложенную в автомобиль гранату приводят в боевое положение, продев леску в кольцо чеки и закрепив к неподвижному предмету. Не заметивший лески владелец

трогается с места, чека срывается и происходит взрыв. Иногда устанавливается во взрывное устройство и часовой механизм, работу которого можно услышать в непосредственной близости от взрывного устройства. Не исключено, что граната может подкатиться под ноги, необходимо быстро отскочить в сторону.

Возможными последствиями применения оружия при диверсиях и террористических действиях могут быть физическое устранение политических оппонентов, преступления против личности, групповые убийства, массовая гибель граждан, устрашение гражданского населения, дестабилизация деятельности государственной власти и нанесение экономического ущерба.

Массовое мероприятие – это обобщающее понятие, которое включает в себя собрание, митинг, уличное шествие, демонстрацию, пикетирование и иное массовое мероприятие (регламентируются Законом РБ «О массовых мероприятиях в Республике Беларусь» от 30 декабря 1997 г. (с изм. и доп. от 24 мая 2021 г. № 108-3) . Отличие указанных массовых мероприятий принципиально важно, поскольку при подаче заявления на проведение массового мероприятия необходимо будет правильно определить и указать его вид.

При проведении массового мероприятия его участники обязаны соблюдать общественный порядок и выполнять все законные требования организаторов проводимого массового мероприятия, работников органов внутренних дел и представителей общественности, выполняющих обязанности по охране общественного порядка. Участникам мероприятий запрещается:

- 1) препятствовать движению транспорта и пешеходов;
- 2) создавать помехи для бесперебойного функционирования организаций;
- 3) устанавливать палатки, иные временные сооружения;
- 4) воздействовать в какой бы то ни было форме на работников милиции в целях воспрепятствования выполнению ими служебных обязанностей, а также на представителей общественности, выполняющих обязанности по охране общественного порядка;
- 5) иметь при себе холодное, огнестрельное, газовое или иное оружие, взрывчатые вещества и боеприпасы, их имитаторы и муляжи, а также специально изготовленные или приспособленные предметы, использование которых может представлять угрозу жизни и здоровью людей либо причинить материальный ущерб гражданам и организациям;
- 6) использовать плакаты, транспаранты и иные средства, содержащие призывы к насильственному изменению конституционного строя либо пропагандирующие войну, социальную, национальную, религиозную или расовую вражду, унижающие честь и достоинство личности;

7) действовать методами, создающими угрозу общественной безопасности, жизни и здоровью участников указанных мероприятий или других лиц, либо скрывать свои лица под масками;

8) пользоваться флагами, вымпелами, не зарегистрированными в установленном порядке, а также эмблемами, символами, плакатами и транспарантами, содержание которых направлено на причинение ущерба конституционному строю и общественному порядку, правам и законным интересам граждан;

9) запрещается реализация алкогольных напитков и пива в местах проведения массовых мероприятий и в радиусе 500 метров прилегающих к ним территорий.

За проведение несанкционированных массовых мероприятий во всех странах предусматриваются наказания. Пример наказаний за несанкционированные митинги в некоторых странах приведен на рисунке 3.13.

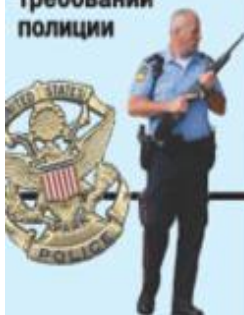
Нарушение	 США*	 Франция	 Германия	 Италия
Нарушение общественного порядка (затруднение прохода и проезда и проч.)	Штраф 2400 долл. США. (около 72 тыс. руб.)	Лишение свободы на срок 6 мес. Штраф 7500 евро (около 300 000 руб.)	Лишение свободы на срок до 1 года или штраф 15 тыс. евро (около 600 тыс. руб.)	Лишение свободы на срок от 1 до 12 мес. Штраф (максимальный размер не ограничен - в зависимости от ущерба)
Несоблюдение требований полиции	 Лишение свободы сроком на 1 год. Штраф до 2500 долл. США (около 75 тыс. руб.)	Лишение свободы сроком на 1 год	 Лишение свободы на срок до 3 лет	 Лишение свободы на срок 1 год
Участие в акции с оружием	Лишение свободы на срок до 10 лет	Лишение свободы на срок 3 - 5 лет. Штраф 45 - 75 тыс. евро (от 1,3 млн. руб. до 3 млн. руб.)	Лишение свободы на срок до 3 лет	<i>* Проведение митингов и массовых мероприятий в США регулируется на уровне штатов, в таблице приведены примеры из законодательства различных штатов.</i>

Рисунок 3.13 – Меры наказания за несанкционированные митинги в некоторых странах

3.5 Прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Мониторинг потенциально опасных объектов экономики, медицинский мониторинг и мониторинг окружающей среды. Уровни и виды мониторинга. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь

Прогнозирование чрезвычайной ситуации – опережающее отражение вероятности возникновения и развития ЧС на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем. Прогнозирование может носить долгосрочный, краткосрочный или оперативный характер. На основании полученных данных в системе мониторинга решаются задачи выявления, оценки и прогнозирования: экологической, биологической, метеорологической, гидрологической, агрометеорологической, радиационной, химической, пожарной обстановки и др. Существуют особенности прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, биолого-социального, экологического и социального характера.

Прогнозирование ЧС включает:

I. прогнозирование возникновения

1. по параметрам:

а) место; б) сила; в) время; г) частота;

2. по времени:

а) долгосрочный; б) краткосрочный; и) среднесрочный. Более точными являются кратковременные, менее точными – долгосрочные прогнозы. Оправдываемость прогнозов составляет не менее 70%.

II. прогнозирование последствий:

1. априорные (заблаговременно и оперативно по факту);

2. апастерияльные.

Для прогнозирования природных ЧС используют закономерности территориального распределения и проявления во времени различных процессов и явлений, происходящих в неживой природе. Точность прогнозов различных природных ЧС разная. Как правило, более точными являются кратковременные прогнозы, менее точные – долгосрочные. *Прогнозирование бурь, ураганов, смерчей* осуществляется на основе изучения перемещения воздушных масс, обнаружения и определения маршрута движения циклона. Признаком, указывающим на приближение циклона, является нарушение нормального суточного хода атмосферного давления и его падения на 3–3,5 мб/сутки. Признаками возможного шквала или смерча являются мощные кучево-дождевые облака. Смерч прогнозируют также путем обнаружения атмосферных радиопомех, так как обычно вокруг смерчей образуется электромагнитное поле строго определенного диапазона частот. Смерчи прекращают свое существование над лесами, возвышенностями, в городах. Это используется для прогнозирования смерчей. Вместе с тем вероятность определения точного появления смерча невелика, еще более непредсказуем маршрут движения смерча, в то время как направление движения урагана и

бури можно определить достаточно точно. Граждане могут обнаружить появление смерча визуально, который опускается в виде черного рукава с туч.

Прогнозирование ливней, затяжных дождей, заморозков и сильных снегопадов основывается на оценке облачного покрова, атмосферного давления, влажности, температуры воздуха, направления и силы ветра. Обычно такие прогнозы отличаются значительной точностью, и население оповещается о них по средствам массовой информации.

Прогнозирование грозы, молнии, града возможно на основе анализа и оценки кучево-дождевых облаков, температуры воздуха на высотах 7–15 км. Если на этих высотах температура достигает $-15-20^{\circ}\text{C}$, то ожидается гроза, а при переохлаждении воды и град.

Прогнозирование засухи делают на основе анализа и оценки результатов прогнозирования выпадения дождей, степени увлажнения почвы за счет таяния снега весной, учитывается особенность почвы, ландшафт и др.

Прогнозирование наводнений основывается на анализе и оценке количества таящего снега весной, скорости его таяния, глубины промерзания грунта на полях, наличие заторов и зажоров на реках и т. д. Наводнения могут возникнуть и за счет затяжных или ливневых дождей, а также за счет аварий и катастроф на гидротехнических сооружениях. Замечено, что природные наводнения носят циклический характер, что используется для долгосрочного прогнозирования. В связи с потеплением климата на Земле количество наводнений будет возрастать и как за счет увеличения испарений воды в океанах, так и за счет таяния льдов. В результате уровень воды в океанах будет подниматься, затапливая обширные территории.

Прогнозирование лесных и торфяных пожаров основывается на оценке состояния погоды, прогнозирования засухи, степени посещаемости леса людьми и т. д. Так, при жаркой погоде, если дождей не бывает 15–18 дней, то лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар.

Прогнозирование техногенных ЧС – опережающее отражение вероятности появления и развития техногенных ЧС и их последствий на основе оценки риска возникновения пожаров, взрывов, аварий, катастроф. Прогнозирование техногенных ЧС основано на оценке технического состояния оборудования, техники, оценке человеческого фактора и факторов окружающей среды. Итогом прогнозирования любой техногенной ЧС является определение величины риска ее возникновения, зависящего от многих факторов, а также возможные опасные зоны.

Типичные причины ЧС техногенного характера:

- события человеческой деятельности (ошибки оператора, водителя, дефекты конструкции, ошибки при обслуживании);
- события, относящиеся к оборудованию (отсутствие смазочного материала в механизме, неправильные сигналы чувствительных элементов и др.);
- события, связанные с окружающей средой (удары молнии, короткое

замыкание от затекания воды, наводнения и др.).

В результате возникновения ЧС появляются опасные зоны: пожаров, взрывов, химического, радиоактивного заражения и т.д. Прогнозирование таких зон проводится по результатам расчетов по специальным методикам, с которыми студент знакомится на практических занятиях.

Для *прогнозирования биолого-социальных ЧС* обычно проводится биологический мониторинг государственными научно-исследовательскими учреждениями. Он включает: мониторинг и прогнозирование эпидемий, эпизоотий и эпифитотий.

Прогнозирование эпидемии – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпидемий и их последствий с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней среди населения, снижению общей инфекционной заболеваемости людей и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпидемиями.

Прогнозирование эпизоотий – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпизоотий и их последствий с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней сельскохозяйственных животных, снижению их общей инфекционной заболеваемости и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпизоотиями.

Прогнозирование эпифитотий – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпифитотий и их последствий, а также появления и размножения вредителей сельскохозяйственных структур с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней и вредителей сельскохозяйственных растений и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпифитотиями.

В процессе прогнозирования особое внимание уделяется изучению новых, ранее неизвестных заболеваний, изучается способность микробов видоизменяться при воздействии на них новых медицинских препаратов и экологических загрязнений. Каждый человек должен знать признаки основных инфекционных болезней, условия их распространения и уметь на этой основе прогнозировать инфекционные заболевания. На практике о вспышках инфекционных болезней население обычно оповещается по радио, телевидению и в других средствах массовой информации, но возможны случаи, когда такого оповещения не будет.

Экологическое прогнозирование – это научное предвидение возможного состояния природных экологических систем, определяемого естественными и антропогенными экологическими факторами и возможные последствия для здоровья населения. ЧС экологического характера выявляются и прогнозируются по результатам мониторинга окружающей среды, для этого проводятся:

– текущий учет и измерение происходящих изменений в окружающей среде с точки зрения ее качества;

- оценка измеренных величин и выявление чрезвычайных ситуаций для населения;
- прогнозирование этих изменений и связанных с ними экологических последствий.

В Республике Беларусь законодательно установлены допустимые нормы большинства экологических загрязнений, в частности, для химических загрязнений установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ отдельными хозяйственными объектами. ПДК вредных веществ в атмосфере рассматриваются для двух случаев: среднесуточные (ПДК_{сс}) и максимальные разовые (ПДК_{мр}). Для оценки состояния воздуха также используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Для оценки загрязнения воды используют индекс загрязнения вод (ИЗВ).

Нормирование загрязняющих веществ в почве ведется по трем направлениям:

- нормирование содержания ядохимикатов в пахотном (корнеобитаемом) слое почвы сельскохозяйственных угодий;
- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;
- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, преимущественно в местах временного хранения бытовых отходов.

В пахотном слое вредные вещества нормируются по двум показателям: предельно допустимая концентрация (ПДК) и временная допустимая концентрация (ВДК). Для установления ПДК используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. Временно допустимые концентрации (ВДК) определяются расчетным путем для тех пестицидов, которые разрешены для использования.

По результатам вышеперечисленных измерений и оценок среды прогнозируются заболевания населения и средняя продолжительность его жизни. На основании этого делается вывод о том, какая степень экологического неблагополучия ожидается (напряженная, чрезвычайная, экологическое бедствие или экологическая катастрофа) для биологического мира, в том числе и для человека. Для прогнозирования ЧС экологического характера измерения отдельных параметров приборами недостаточно. Поэтому для прогнозирования, уточнения прогнозов широко используются и биоиндикаторы.

Прогнозирование, оценка и предупреждение ЧС возможны только на основе мониторинга.

Мониторинг - система наблюдения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенного воздействия. В зависимости от масштаба ЧС различают мониторинг глобальный, региональный, импактный, базовый.

Глобальный мониторинг - слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере, их оценка и прогнозирование возможных изменений.

Региональный мониторинг - слежение за процессами и явлениями в определенных регионах, в которых эти процессы и явления отличаются по природному характеру или по антропогенным воздействиям от естественных биологических процессов, их оценка и прогнозирование возможных изменений.

Импактный мониторинг - слежение за процессами и явлениями в особо опасных зонах и местах, непосредственно примыкающих к источникам загрязняющих веществ, их оценка и прогнозирование возможных изменений.

Базовый мониторинг - слежение за состоянием природных систем, на которые практически не влияют региональные антропогенные воздействия, их оценка и прогнозирование возможных изменений. Это, как правило, удаленные от промышленных районов территории, биосферные заповедники.

С целью выявления источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, прогнозирования возникновения чрезвычайных ситуаций, возможных масштабов и характера их развития для принятия необходимых мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, минимизации их социально-экономических последствий в Республике Беларусь 19 ноября 2004 г. постановлением Совета Министров Республики Беларусь №1466 создана *система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМПЧС)*. СМПЧС создана с целью своевременного выявления причин возникновения чрезвычайных ситуаций, определения возможных масштабов и характера развития чрезвычайных ситуаций, выработки рекомендаций для принятия необходимых мер по предотвращению возникновения ЧС и смягчению их социально-экономических последствий.

Функционирование СМПЧС обеспечивается Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь при взаимодействии с иными органами исполнительной власти и их территориальными органами.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера представляет собой совокупность систем наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения выявленных и потенциальных источников чрезвычайных ситуаций и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, влияющих на безопасность населения, организаций и окружающей среды, в целях разработки и реализации мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, минимизации их социально-экономических и экологических последствий.

Для *прогнозирования природных ЧС* используют закономерности территориального распределения, и проявления во времени различных процессов и явлений, происходящих в неживой природе. Прогнозируют бури, ураганы, смерчи, ливни, затяжные дожди, заморозки и сильные снегопады, грозу, молнии, град и др. Для прогнозирования влияния скрытых очагов пожара (подземных или торфяных) на возможность возникновения

лесных пожаров используется фотосъёмка в инфракрасной части спектра, осуществляемая с самолётов или космических аппаратов.

Основными задачами СМПЧС являются:

- проведение наблюдений за источниками чрезвычайных ситуаций;
- сбор, обработка и анализ информации об источниках чрезвычайных ситуаций;
- создание банка данных по источникам чрезвычайных ситуаций;
- прогнозирование ЧС и их последствий;
- обеспечение республиканских органов государственного управления и организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, местных исполнительных и распорядительных органов информацией об угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций.

Объектами наблюдений при проведении мониторинга и прогнозирования ЧС являются источники чрезвычайных ситуаций.

СМПЧС включает в себя 15 отдельных видов мониторинга:

- транспортные аварии с опасными грузами;
- пожары и взрывы на опасных производственных объектах;
- аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ на объектах;
- гидродинамические аварии;
- опасные геологические явления;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ и загрязнением окружающей среды;
- опасные метеорологические явления;
- аварии электроэнергетических систем;
- опасные гидрологические явления;
- аварии систем жизнеобеспечения;
- пожары в природных экосистемах;
- аварии очистных сооружений;
- инфекционные заболевания людей и эпидемии;
- эпизоотии;
- поражение сельскохозяйственных растений и лесных массивов болезнями и вредителями.

Этапы проведения мониторинга и прогнозирования ЧС приведены на рисунке 3.14.

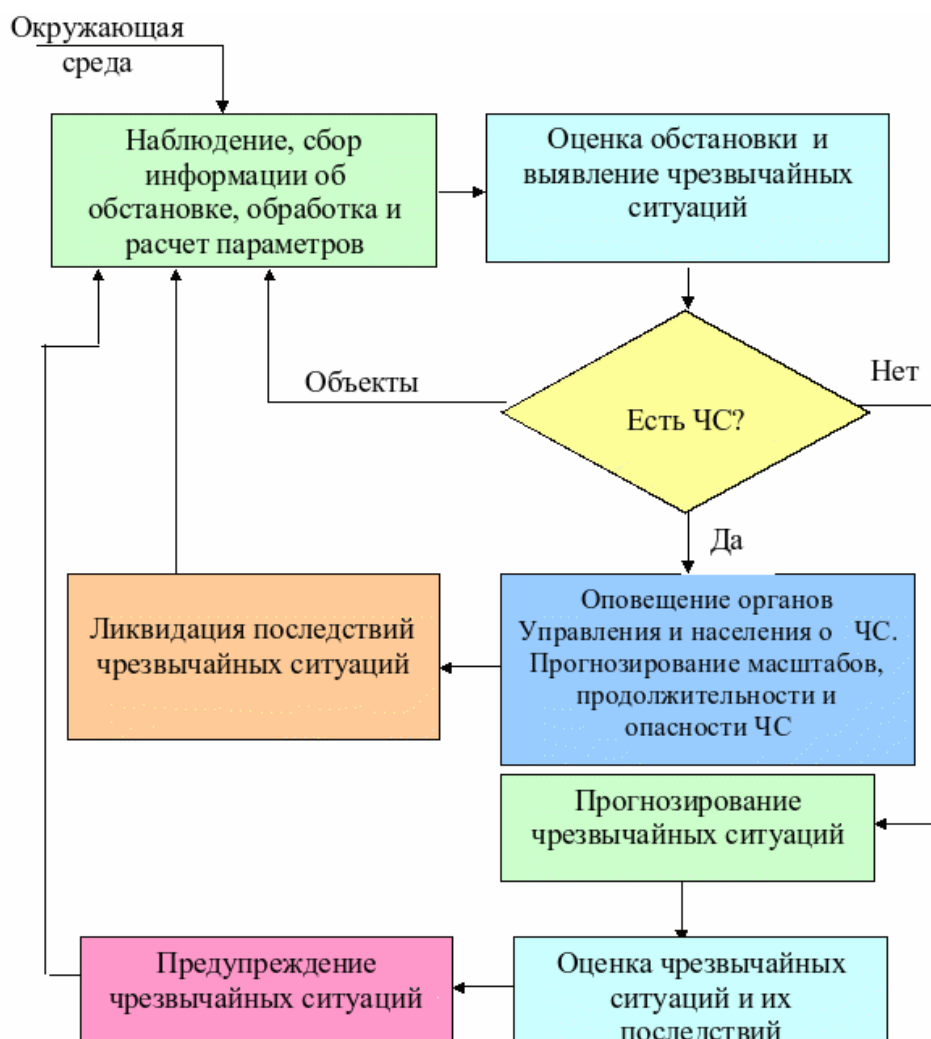


Рисунок 3.14 – Этапы проведения мониторинга и прогнозирования ЧС

Функционирование СМПЧС предусмотрено в рамках государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на республиканском, территориальном и местном уровнях. В структуре МЧС соответствующие задачи возложены на государственное учреждение «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь». Между системами осуществляется обмен экологической информацией в целях информационного обеспечения деятельности республиканских органов государственного управления в области охраны окружающей среды, предотвращения и устранения неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания, защиты населения и окружающей среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Обмен экологической информацией между системами мониторинга осуществляют следующие субъекты информационного обмена:

- главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь;
- государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Минздрава;

– государственное учреждение «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

Мониторинг окружающей среды – это система наблюдений и контроля, проводимых регулярно, по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения.

Наблюдение за окружающей средой представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих определение параметров, характеризующих состояние окружающей среды, отдельных ее элементов, видов техногенного воздействия, а также за происходящими в окружающей среде природными, физическими, химическими, биологическими процессами. Контроль за состоянием окружающей среды заключается в сопоставлении полученных данных о состоянии окружающей среды с установленными критериями и нормами воздействия или фоновыми параметрами с целью оценки их соответствия.

Объектами мониторинга могут быть экологические системы, техногенные объекты, природно-техногенные комплексы, опасные процессы, происходящие в неживой природе. Особое внимание обращают на потенциально опасные объекты, которые представляют особую опасность для жизнедеятельности человека, для функционирования экономики и сохранения природной среды в случае возможных аварий и катастроф на них. В зависимости от масштаба ЧС различают пять уровней (степеней) мониторинга:

- глобальный;
- национальный;
- региональный;
- местный;
- локальный.

По решаемым задачам, используемым методам и подходам следует выделить следующие типы мониторинга:

- фоновый – обеспечивает получение информации о состоянии естественных экосистем в наименьшей степени, подверженных антропогенному воздействию;
- режимный – обеспечивает получение информации о состоянии экосистем в различной степени, подверженных антропогенному воздействию;
- оперативный – получение информации в реальном масштабе времени;
- дистанционный – получение информации с помощью дистанционных методов наблюдений.

Одним из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды в соответствии со статьей 7 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» является

обеспечение непрерывного функционирования *Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь* (далее – НСМОС). На протяжении 30 лет в стране успешно функционирует НСМОС, созданная в целях предоставления всем заинтересованным необходимой экологической информации для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения страны благоприятными условиями проживания. Кроме того, НСМОС ориентирована на выполнение природоохранных обязательств Республики Беларусь по международным договорам, конвенциям и соглашениям.

В начале образования в 1993 г. в составе НСМОС велись следующие виды мониторинга:

- 1) *медицинский мониторинг* (Министерством здравоохранения);
- 2) *мониторинг окружающей среды* (Государственным комитетом по экологии, Главным управлением по гидрометеорологии при Совете Министров Республики Беларусь, Министерством здравоохранения, Академией наук Беларуси, Белорусским производственным объединением по геологоразведочным работам, Министерством жилищно-коммунального хозяйства, Министерством образования, Комитетом по земельной реформе и землеустройству при Совете Министров Республики Беларусь, Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Белорусским концерном по водохозяйственному строительству и эксплуатации мелиоративных систем);
- 3) *биологический мониторинг* (Академией наук Беларуси, Министерством образования, Министерством лесного хозяйства, Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Главным управлением по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства при Совете Министров Республики Беларусь, Главным управлением производственно-хозяйственных служб и заповедников Совета Министров Республики Беларусь, Государственным комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС);
- 4) *импактный мониторинг* (мониторинг чрезвычайных ситуаций) (Государственным комитетом по экологии, Штабом гражданской обороны, Министерством жилищно-коммунального хозяйства, Министерством здравоохранения, Главным управлением по гидрометеорологии при Совете Министров Республики Беларусь, Академией наук Беларуси, Государственным комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС).

Вместе с тем в 2003 г. в целях совершенствования структуры НСМОС в соответствии с постановлением правительства были исключены из его состава: мониторинг чрезвычайных ситуаций (создана на его основе система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера); система медицинского мониторинга и мониторинга физических явлений (факторов) (с включением их в систему социально-гигиенического мониторинга, регулируемого Законом Республики Беларусь

«О санитарно-эпидемическом благополучии населения»); комплексный экологический мониторинг. Одновременно с 2003 г. создаются:

- системы биологического мониторинга мониторинг растительного мира;
- мониторинг лесов и мониторинг животного мира с включением их в состав НСМОС в качестве видов мониторинга окружающей среды;
- 4 мониторинга гидросферы мониторинг поверхностных вод и мониторинг подземных вод с включением их в состав НСМОС в качестве видов мониторинга окружающей среды;
- системы импактного мониторинга локальный мониторинг окружающей среды с включением его в состав НСМОС в качестве вида мониторинга окружающей среды.

В это же время был преобразован сейсмический мониторинг в геофизический мониторинг, а мониторинг общего содержания атмосферного озона – в мониторинг озонового слоя. Таким образом, в 2003 г. общее количество видов мониторинга становится 11.

На 2023 г. *НСМОС включает 13 организационно-самостоятельных и проводимых на общих принципах следующие виды мониторинга окружающей среды:*

- 1) мониторинг земель;
- 2) мониторинг поверхностных вод;
- 3) мониторинг подземных вод;
- 4) мониторинг атмосферного воздуха;
- 5) мониторинг озонового слоя;
- 6) мониторинг растительного мира;
- 7) мониторинг лесов;
- 8) мониторинг животного мира;
- 9) радиационный мониторинг;
- 10) геофизический мониторинг;
- 11) локальный мониторинг окружающей среды;
- 12) комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;
- 13) комплексный мониторинг торфяников.

Основные принципы НСМОС:

- достоверность и сопоставимость мониторинга окружающей среды;
- согласованность размещения данных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды для получения комплексной экологической информации о состоянии экологических систем;
- обязательность ведения наблюдений за состоянием окружающей среды и воздействием на нее природных и антропогенных факторов;
- комплексность обработки и использования экологической информации;

– оперативность предоставления и обмена экологической информацией.

В соответствии с действующим природоохранным законодательством координатором реализации НСМОС определено Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, обеспечивающее согласованность действий государственных заказчиков и исполнителей мероприятий программ.

Организацию проведения видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС осуществляют (рисунок 3.15):

– *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды* в части мониторинга атмосферного воздуха, мониторинга поверхностных вод, мониторинга подземных вод, радиационного мониторинга, локального мониторинга окружающей среды;

– *Министерство образования* в части мониторинга озонового слоя;

– *Национальная академия наук Беларуси* в части мониторинга растительного мира, мониторинга животного мира, геофизического мониторинга, комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях и комплексного мониторинга торфяников;

– *Министерство лесного хозяйства* в части мониторинга лесов;

– *Государственный комитет по имуществу* в части мониторинга земель.

НСМОС взаимодействует с системой социально-гигиенического мониторинга и системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ответственными за их функционирование являются Министерство здравоохранения и Министерство по чрезвычайным ситуациям. Каждый из видов мониторинга имеет информационно-аналитический центр, а также функционирует главный информационно-аналитический центр НСМОС. Данные мониторинга размещаются на сайтах организаций, ответственных за проведение видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС, и доступны всем заинтересованным.

Реализация принципов проведения мониторинга окружающей среды в составе НСМОС осуществляется посредством:

– разработки, координации и выполнения программ наблюдений за состоянием окружающей среды и воздействием на нее природных и антропогенных факторов;

– регламентации и контроля сбора и обработки данных мониторинга окружающей среды;

– обеспечения единства измерений при получении данных мониторинга окружающей среды;

– анализа экологической информации и ведения специализированных банков данных мониторинга окружающей среды;

– обеспечения обмена экологической информацией в НСМОС;

- оценки и разработки прогнозов состояния окружающей среды и воздействия на нее природных и антропогенных факторов;
- подготовки и предоставления экологической информации по результатам проведения мониторинга окружающей среды государственным органам, другим государственным организациям, иным юридическим лицам и гражданам;
- гармонизации с международными информационными системами в области мониторинга окружающей среды.

Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29 апреля 2023 г. № 15/60/25 «О порядке обмена экологической информацией между системами мониторинга» утверждена Инструкция о порядке обмена экологической информацией между Национальной системой мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, системой социально-гигиенического мониторинга и системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

НСМОС взаимодействует с системой социально-гигиенического мониторинга и системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в части обмена экологической информацией.

Сегодня мониторинг окружающей среды выступает в качестве одного из основных инструментов оценки эффективности программ, планов и проектов в области охраны окружающей среды и природопользования. Поэтому, согласно статье 7 Закона Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII «Об охране окружающей среды» в редакции Закона Республики Беларусь от 19 июля 2023 г. № 294-З, обеспечение непрерывного функционирования НСМОС является одним из основных направлений государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды.



Рисунок 3.15 – Организация и проведения видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС

3.6 Обеспечение безопасности объектов экономики и природной среды. Стратегия устойчивого развития экономики. Воздействие чрезвычайных ситуаций на экономику

Промышленная безопасность – состояние защищенности населения, производственного персонала, объектов экономики и окружающей природной среды от опасностей, возникающих при промышленных авариях и катастрофах в зонах ЧС. Промышленная безопасность является элементом системы национальной безопасности – состоянием защищенности национальных интересов РБ от внутренних и внешних угроз. Это совокупность официально принятых взглядов на цели и государственную стратегию в области обеспечения безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз политического, экономического,

социального, военного, техногенного, экологического, информационного и иного характера с учетом имеющихся ресурсов и возможностей. Основная ее цель - предотвращение и/или минимизация последствий аварий на опасных производственных объектах - разрушения сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемого взрыва и (или) выброса опасных веществ.

Промышленную безопасность обеспечивают

- 1) профилактика аварий и несчастных случаев на опасных производственных объектах (ОПО);
- 2) контроль качества проведения работ по техническому диагностированию устройств, применяемых на ОПО;
- 3) совершенствование действующих нормативных правовых актов по вопросам промышленной безопасности;
- 4) повышение квалификации и переподготовки работников Госпромнадзора.

Особо опасными являются аварии и катастрофы для устойчивой работы предприятий тяжелой, легкой, химической, топливной промышленности, промышленности строительных материалов, транспортных предприятий. Они могут быть и причиной человеческих жертв, экологических бедствий, вызывать разрушения и остановку производства на длительное время.

Государственное управление промышленной безопасностью осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 05.01.2016 N 354-З (ред. от 28.12.2023, № 324-З) Закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

В соответствии с Законом, государственное управление промышленной безопасностью осуществляет республиканский орган государственного управления в области промышленной безопасности в порядке, определяемом органом, уполномоченным Президентом РБ. Республиканские органы государственного управления организуют работу в области промышленной безопасности в сфере своей деятельности и порученных им отраслях экономики в соответствии с законодательством РБ. Руководители республиканских органов государственного управления несут предусмотренную законодательством ответственность за ненадлежащее выполнение указанными органами возложенных на них задач и осуществление своих функций в области промышленной безопасности.

Основой промышленной безопасности являются:

- лицензирование деятельности в области промышленной безопасности;

- подтверждение соответствия технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации;
- соблюдение требований промышленной безопасности к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию опасного производственного объекта;
- соблюдение требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- соблюдение требований промышленной безопасности при выводе из эксплуатации опасного производственного объекта;
- соблюдение требований промышленной безопасности к конструированию, изготовлению и применению технических устройств;
- соблюдение требований промышленной безопасности при проведении научных исследований, внедрении открытий, изобретений;
- соблюдение требований промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте;
- проведение технического расследования причин аварии;
- проведение экспертизы промышленной безопасности;
- разработка декларации промышленной безопасности;
- проведение учета аварий и инцидентов;
- организация и осуществление производственного контроля над соблюдением промышленной безопасности;
- осуществление общественного контроля над соблюдением требований промышленной безопасности;
- предоставление доступа на территорию организаций, эксплуатирующих опасный производственный объект;
- обеспечение гласности и информации в области промышленной безопасности;
- страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- обеспечение ответственности за нарушение законодательства в области промышленной безопасности;
- возмещение вреда, причиненного нарушением законодательства в области промышленной безопасности.

Опасный производственный объект – это объект, при эксплуатации которого высок риск аварий или иных инцидентов (аварийные ситуации).

Классификацию опасных производственных объектов проводят по:

- 1) накопленному потенциалу опасности;
- 2) механизму ущерба;
- 3) виду опасности;
- 4) характеру ЧС.

К инструментам по обеспечению промышленной безопасности относятся:

1. идентификация и классификация ОПО;
2. определение ответственности;
3. регистрация ОПО;
4. эксплуатация ОПО;
5. экспертиза ОПО;
6. лицензирование деятельности;
7. декларирование деятельности;
8. экспертиза декларации;
9. сертификация технических устройств;
10. страхование;
11. производственные наблюдения/контроль;
12. учет и расследование аварий;
13. республиканский надзор.

Экспертиза и декларация промышленной безопасности – оценка соответствия декларации промышленной безопасности нормам и правилам промышленной безопасности, результатом которой является заключение экспертизы. Экспертизу промышленной безопасности опасных производственных объектов проводят Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности МЧС РБ и (или) организации, определяемые в порядке, установленном законодательством РБ

Объектами экспертизы промышленной безопасности являются:

- опасные производственные объекты;
- потенциально опасные объекты и технические устройства, включенные в перечень потенциально опасных объектов и эксплуатируемых на них технических устройств, подлежащих экспертизе промышленной безопасности;
- проектная документация в случаях, предусмотренных законодательными актами;
- декларация промышленной безопасности.

Экспертизе подлежат:

- проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта, а также изменения, вносимые в проектную документацию;
- технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте;
- здания и сооружения на опасном производственном объекте;
- декларация промышленной безопасности и иные документы, связанные с эксплуатацией опасного производственного объекта.

Экспертная оценка опасностей объекта экономики и его продукции включает в себя экологическую экспертизу, декларацию промышленной безопасности и технические регламенты.

Разработка декларации промышленной безопасности предполагает:

- всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы;
- анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте;
- разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварий и размера ущерба, причиненного в случае аварии на опасном производственном объекте.

Декларация безопасности включает следующие разделы:

- общую информацию об объекте;
- анализ опасности промышленного объекта;
- обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации ЧС;
- информирование общественности;
- приложения, включающие ситуационный план объекта и информационный лист.

Декларация промышленной безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта. Она проходит экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке. Экспертиза и декларация промышленной безопасности обеспечивают устойчивость функционирования объекта.

Устойчивость работы объекта экономики – способность выполнять заданные функции не только в нормальных, но и в ЧС, предупреждать возникновение аварий и катастроф на объекте. Объекты производственной сферы должны выпускать продукцию в необходимом объеме, номенклатуре, заданного качества и стоимости, обеспечивающей конкурентоспособность на рынке. Устойчивая работа объекта обеспечивает устойчивость самого объекта и определяется:

- 1) защищенностью персонала и оборудования от воздействия поражающих факторов, возникающих в результате ЧС;
- 2) плотностью размещения промышленных объектов и их элементов на территории населенных пунктов;
- 3) устойчивостью управления объектами;
- 4) надежностью энерго- и водоснабжения;
- 5) наличием условий для восстановления работоспособности объекта;
- 6) готовностью объекта к работе в условиях ЧС.

Повышение устойчивости функционирования объектов экономики достигается путем снижения возможных потерь и разрушений от поражающих факторов источников ЧС, создания условий для ликвидации ЧС и осуществления в сжатые сроки работ по восстановлению объекта

экономики. Такие мероприятия проводят заблаговременно в период повседневной деятельности, а также в условиях ЧС. Они включают в себя:

- 1) повышение надежности инженерно-технического комплекса и подготовка объектов экономики к работе в условиях ЧС;
- 2) рациональное размещение объектов экономики;
- 3) обеспечение надежной защиты персонала;
- 4) повышение безопасности технологических процессов и эксплуатации технологического (технического) оборудования;
- 5) подготовку к восстановлению нарушенного производства.

Устойчивое развитие – процесс экономических и социальных изменений, при котором природные ресурсы, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Устойчивое эколого-экономическое развитие базируется на следующих принципах:

- принцип справедливости (по отношению к бедным и развивающимся странам, низким социальным слоям гражданам, к будущим поколениям);
- принцип сохранения природной среды (не допустить необратимых изменений);
- принцип целостного мышления (преодоление барьеров между странами, ведомствами и областями деятельности);
- думать глобально - действовать локально (надо сверять свои личные действия с глобальными требованиями).

Основная идея концепции устойчивого развития состоит в том, что дальнейшее развитие цивилизации может происходить только в согласии с законами природы. Основные направления концепции предлагают брать от природы лишь то, что необходимо, точно просчитывая, что природа может восстановить. Необходимо использовать ресурсы рационально, избегая конфликта и с природой и с людьми, которые окружают или живут далеко от нас, принимая оправданные решения в настоящем и будущем.

Устойчивое развитие – это системное единство живой природы, экономики и человека. Концепция устойчивого развития – сохранение и преумножение трех потенциалов – природного, технического и человеческого, т. е. одновременное повышение технического уровня производства, здоровья людей и сохранение должного качества природной среды, необходимого для удовлетворения потребностей настоящего и будущего поколений.

Устойчивое развитие базируется на экономике, сочетающейся с принципами экологической безопасности и социальной справедливости в демократическом обществе, соблюдающем права человека.

Стратегия устойчивого эколого-экономического развития предполагает отказ от экстенсивного экономического роста, базировавшегося на

представлении о неисчерпаемости природных ресурсов и неограниченности возможностей природной среды к самовосстановлению по принципу «максимального эффекта с минимальными затратами».

В 2015 года государствами членами ООН принята «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Этот документ содержит 17 целей. Главными направлениями по достижению поставленных целей являются ликвидация нищеты, сохранение ресурсов планеты и обеспечение благополучия для всех. Цели достигаются путем постановки и выполнения задач и индикаторов (показателей), затрагивающих вопросы окружающей среды в области рационального использования водных ресурсов, обеспечения экологической устойчивости населенных пунктов, перехода к рациональным моделям потребления и производства, борьбы с изменением климата, защиты и восстановления экосистем суши и другие. Совместно со структурами ООН, другими международными партнерами в Беларуси осуществляется работа по мобилизации внутренних ресурсов для достижения целей устойчивого развития, созданию благоприятной социальной среды и повышению уровня информированности общества.

Для реализации Повестки–2030 на национальном уровне РБ предприняла ряд важных шагов, основным из которых является разработка и принятие «Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития РБ на период до 2030 года». Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь является ответственным за формирование индикаторов (показателей) по достижению следующих целей устойчивого развития:

- цель 6. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех;
 - цель 9. Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям;
 - цель 11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов;
 - цель 12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства;
 - цель 13. Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями;
 - цель 15. Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия;
 - цель 17. Укрепление средств осуществления и активизация работы в рамках глобального партнерства в интересах устойчивого развития.
- Для изучения мероприятий и анализа показателей по достижению целей устойчивого развития необходимо использовали статистические данные о состоянии окружающей природной среды от воздействий на нее хозяйственной деятельности за конкретный период времени.

Стратегия устойчивого эколого-экономического развития представлена на рисунке 3.16.

Воздействие ЧС на экономику проявляется как в масштабе страны, так и на уровне регионов и отдельных субъектов хозяйствования. Воздействие ЧС на экономику проявляется в изменениях основных показателей экономических категорий. Целесообразно рассмотреть воздействие типовых ЧС на экономические категории на макро- и микроуровне. На *макроуровень экономики* влияют ЧС природного, биолого-социального, социального и экологического характера, если их масштабы региональные или глобальные. Они изменяют величину валового национального продукта, равновесие совокупного спроса и предложения на рынке, доходы населения, величину экспорта и импорта, финансовую систему страны, совокупное потребление, активность предпринимательской деятельности, фискальную политику государства, сбережения и инвестиции, рынок труда, на цикличность экономического роста и др.

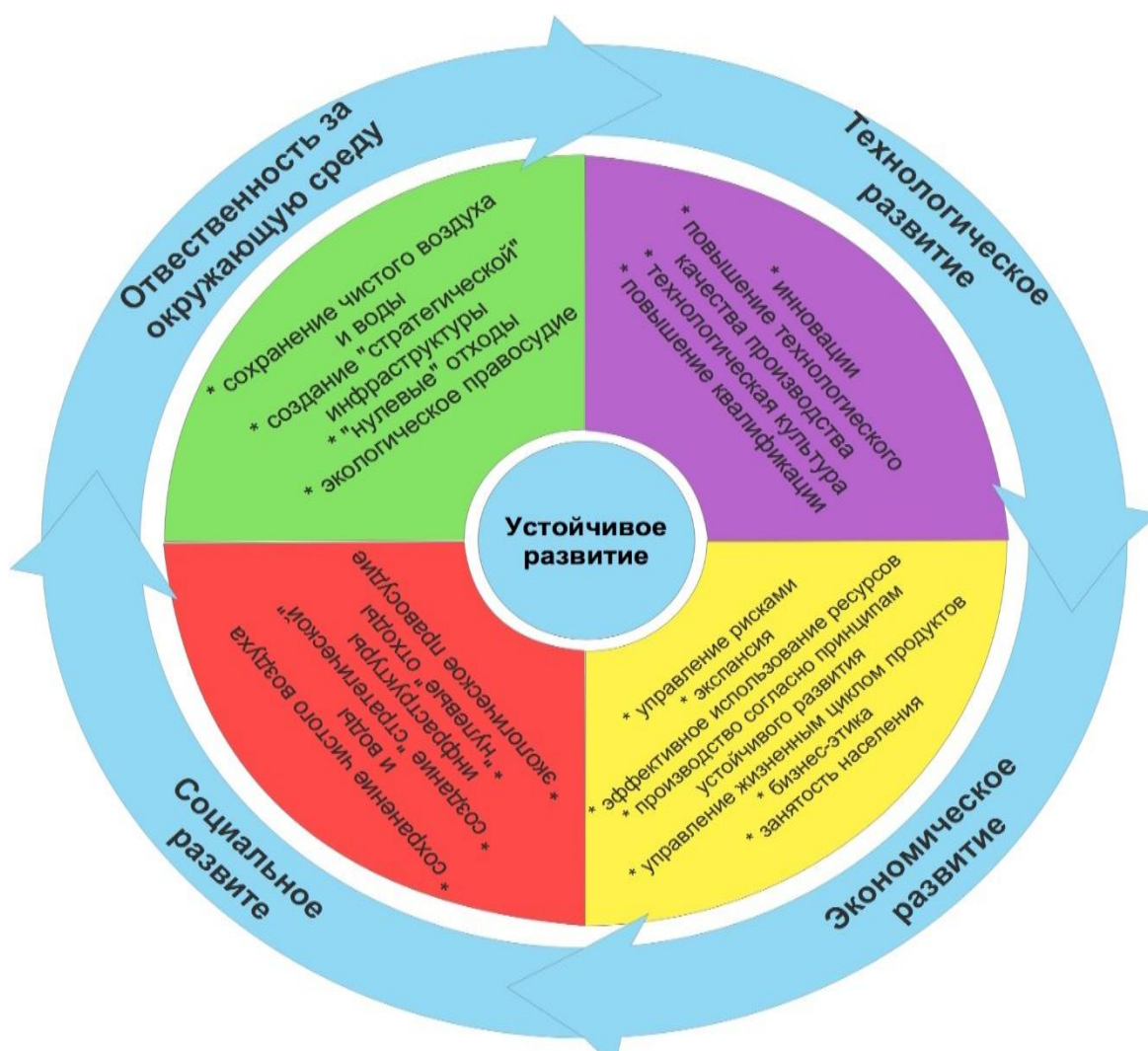


Рисунок 3.16 – Стратегия устойчивого эколого-экономического развития

На *микроуровень* влияют все ЧС, в том числе местного, объектового, частного, регионального и глобального масштабов: влияют на работу производственных объектов, на количество и качество выпускаемой продукции, спрос и предложение на рынке, рентабельность работы предприятия, товарооборот, замещение потребностей, издержки производства, прибыль от выпускаемой продукции, заработная плата, конкурентоспособность выпускаемой продукции и др.

3.7 Сущность понятия «экологическая безопасность». Критерии экологической безопасности. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Экологический мониторинг, аудит и экологическая экспертиза

Экологическая безопасность (ЭБ) – одна из составляющих национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество жизни и безопасность жизни и деятельности проживающего (либо действующего) на данной территории населения и обеспечение устойчивого состояния биоценоза биотопа естественной экосистемы. ЭБ обеспечивает защищенность жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду. Объектами ЭБ являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или материальная основа государственного и общественного развития. При ЧС экологического характера нарушается устойчивость работы объектов за счет ущерба, который наносится природной среде и здоровью человека. При этом источниками экологических ЧС часто являются сами объекты хозяйствования.

Сущность экологической безопасности (ЭБ) заключается в:

- 1) использовании системы конкретных мер, предпринимаемых властными структурами по защите окружающей среды;
- 2) наличии совокупности мер, используемых для обеспечения долгосрочной ЭБ с учетом экономических возможностей и социальных потребностей общества.

ЭБ – одна из составляющих национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество жизни и безопасность жизни и деятельности проживающего (либо действующего) на данной территории населения и обеспечение устойчивого состояния биоценоза биотопа естественной экосистемы. ЭБ обеспечивает защищенность жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду. Объектами ЭБ являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или

материальная основа государственного и общественного развития. При ЧС экологического характера нарушается устойчивость работы объектов за счет ущерба, который наносится природной среде и здоровью человека. При этом источниками экологических ЧС часто являются сами объекты хозяйствования.

Критерии экологической безопасности. Для экосферы и ее частей основным критерием экологической безопасности служит уровень эколого-экономического, или природно-производственного паритета, т. е. степени соответствия общей техногенной нагрузки на территорию ее экологической технотемкости – предельной выносливости по отношению к повреждающим техногенным воздействиям. Для отдельных экологических систем главными критериями безопасности выступают целостность, сохранность их видового состава, биоразнообразия и структуры внутренних взаимосвязей. Наконец, для индивидуумов главным критерием безопасности является сохранение здоровья и нормальной жизнедеятельности. Единым же критерием оценки экологической безопасности естественной экосистемы и её устойчивости является нерушимость естественного биоценоза и его способность к восстановлению при антропогенном воздействии. Для искусственной экосистемы это качество жизни и здоровья населения. Критерием оценки качества окружающей среды служат предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в различных средах.

Мероприятия по обеспечению экологической безопасности направлены на защиту природы и рациональное использование природных ресурсов с целью обеспечения нормальной жизнедеятельности человека:

- единство экономического, социального и экологического развития регионов, направленное на повышение качества жизни нынешнего и будущих поколений населения (принцип устойчивого развития);
- установление и законодательное закрепление режима взаимной ответственности органов местного самоуправления, государственных органов субъекта Республиканских природоохранных органов за состояние окружающей среды и природных ресурсов, разработку и реализацию совместных мероприятий по обеспечению экологической безопасности, их финансовое, ресурсное обеспечение;
- приоритетность экологической безопасности при разработке и реализации градостроительных, инженерных, промышленных и других проектов территориального и регионального масштаба;
- приоритетность решения проблем охраны окружающей среды и экологической безопасности как основного фактора риска неблагоприятного влияния на здоровье населения;
- сочетание административных, нормативных и экономических методов управления природоохранной деятельностью для обеспечения экологической безопасности населения;
- введение экологических мотиваций в процесс принятия управленческих решений, внедрение экологических оценок затрат и

результатов, установление более строгих экологических ограничений и стандартов;

- первоочередность разработки и реализации мероприятий по обеспечению экологической безопасности для территорий, предприятий и объектов с критической или явно неблагоприятной экологической обстановкой, непосредственно влияющей на здоровье;

- приоритетность выявления и решения задач снижения экологического риска на объектах потенциальной экологической опасности (принцип «горячих точек»);

- этапность решения проблем охраны окружающей природной среды и экологической безопасности, установление кратко-, средне- и долгосрочных целей и задач, соответствие кратко- и среднесрочных результатов долгосрочным целям экологической безопасности города;

- предупреждение ухудшения экологической обстановки;

- постепенный переход от действий, направленных на локализацию отрицательных последствий («борьба со следствием»), обусловленных нарушением экологического равновесия, к их прогнозированию и предотвращению («борьба с причинами»);

- увеличение объема и повышение точности информации о состоянии окружающей природной среды и об источниках экологической опасности для принятия адекватных решений по управлению городским развитием;

- широкое распространение экологической информации, затрагивающей интересы населения, и обеспечение участия общественности в принятии решений;

- непрерывное экологическое образование и воспитание населения для формирования мировоззрения граждан всех возрастов на основе глубокого уважения к природе.

Единым критерием оценки экологической безопасности естественной экосистемы и её устойчивости является нерушимость естественного биоценоза и его способность к восстановлению при антропогенном воздействии. Для искусственной экосистемы это качество жизни и здоровья населения. Оценка рисков от воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека включает оценку индивидуального риска, умноженного на численность людей, подвергающих воздействию этому веществу. Оценка риска для здоровья человека определяют, как «оценку токсичности вещества и условий экспозиции для того, чтобы установить степень и особенности его вредного воздействия на здоровье людей».

Мероприятия по обеспечению экологической безопасности направлены на защиту природы и рациональное использование природных ресурсов с целью обеспечения нормальной жизнедеятельности человека.

Существуют две основные концепции решения экологических проблем:

- 1) оценка загрязнения окружающей среды, разработка нормирования допустимого загрязнения различных сред, создание очистных систем и ресурсосберегающих технологий – создание системы локальных

очисток среды от загрязнения и нормирование показателей качества окружающей среды по узкому (несколько десятков) набору показателей, внедрение ресурсосберегающих технологий;

2) установление области устойчивости любой экосистемы, что позволяет найти допустимую величину нагрузки на экосистему, определить пороги устойчивости конкретных экосистем.

Основными инструментами по обеспечению экологической безопасности являются экологический мониторинг, экологический аудит и экологическая экспертиза.

Экологический мониторинг – система регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды, с целью оценки загрязнения и прогнозирования экологической ситуации. Санитарно-гигиенический мониторинг это составляющая экологического мониторинга наблюдение за какими-либо факторами (шумовое загрязнение, электромагнитное, радиация) с точки зрения их влияния на здоровье человек. В крупных городах (таких как Минск) имеется сеть автоматизированных постов, ведущих сбор информации об окружающей среде. Регулярно с этих постов собираются данные об экологической обстановке в городе.

Экологический аудит – это деятельность экологических аудиторов или аудиторских организаций по осуществлению независимых вневедомственных проверок хозяйственной деятельности, оказывающей влияние на окружающую среду, и выработке рекомендаций по снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Иначе говоря, это проверка выполнения на предприятии определенной деятельности в экологическом аспекте.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы. Объектом экологической экспертизы является любая хозяйственная либо иная деятельность, которая может оказать воздействие на окружающую среду. Экологическая экспертиза по своей сути является независимой, проводится экспертной комиссией, включающей в свой состав экспертов, как штатных, так и сторонних (внештатных). Результатом работы экологической экспертизы является заключение, то есть документ, содержащий обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности, которая подлежит государственной экологической экспертизе, и о возможности реализации объекта государственной экологической экспертизы.

4. Действия органов управления, сил государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и населения в чрезвычайных ситуациях

4.1 Основные мероприятия и способы защиты населения. Организация и проведение эвакуации

Общими положениями по обеспечению безопасности людей в ЧС являются:

- заблаговременность проведения мероприятий, направленных на предупреждение ЧС и максимально возможное снижение размеров материального ущерба и вреда, причиненного здоровью людей и окружающей среде в случае их возникновения;
- планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от ЧС с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения ЧС;
- необходимая достаточность и максимально возможное использование сил и средств при определении объема и содержания мероприятий по защите населения и территорий от ЧС.

Основными мероприятиями по защите населения в ЧС являются (ГОСТ Р 22.3.03-94):

- 1) Укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях производственных, общественных и жилых зданий, а также в специальных защитных сооружениях.
- 2) Эвакуация населения из зон ЧС.
- 3) Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов.
- 4) Проведение мероприятий медицинской защиты.
- 5) Проведение аварийно-спасательных и др. неотложных работ в зонах ЧС.

Условия применения основных мероприятий защиты населения в ЧС следующие:

- 1) Укрывают населения в приспособленных помещениях и в специальных защитных сооружениях по месту постоянного проживания или временного нахождения людей непосредственно во время действия поражающих факторов источников ЧС, а также при угрозе их возникновения.
- 2) Эвакуацию проводят в случае угрозы возникновения или появления реальной опасности влияния разрушительных и вредоносных сил природы, техногенных факторов и применения со-временного оружия для безопасного нахождения людей, а также при невозможности создать для жителей пострадавших территорий минимально необходимых условий жизнеобеспечения. Эвакуацию осуществляют путем организованного вывода и (или) вывоза населения в заранее подготовленные близлежащие

безопасные места.

3) Используют средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи (СИЗ) для предотвращения воздействия на людей опасных и вредных аэрозолей, газов и паров, попавших в окружающую среду при разрушении оборудования и коммуникаций объектов, а также снижения нежелательные эффекты действия на человека светового, теплового и ионизирующего излучений.

4) Проводят мероприятия медицинской защиты населения при ЧС с целью предотвращения или снижения тяжести поражений, ущерба для жизни и здоровья людей воздействие опасных и вредных факторов стихийных бедствий, аварий и катастроф, а также для обеспечения эпидемического благополучия в районах ЧС и в местах дислокации эвакуированных.

5) Комплекс аварийно-спасательных работ обеспечивает поиск и удаление людей за пределы зон действия опасных и вредных для их жизни и здоровья факторов, оказание неотложной медицинской помощи пострадавшим и их эвакуацию в лечебные учреждения, создание для спасенных необходимых условий физиологически нормального существования человеческого организма. Они обеспечивают блокирование, локализацию или нейтрализацию источников опасности, снижение интенсивности, ограничение распространения и устранение действия на людей поражающих факторов в зоне бедствия, аварии или катастрофы до уровней, позволяющих эффективно применить другие мероприятия защиты.

Организация и проведение эвакуационных мероприятий – комплекс мероприятий по осуществлению организованного перемещения населения из зоны ЧС (в военное время – в том числе из зоны возможного поражения) в безопасные районы до окончания воздействия ее опасных факторов и восстановления соответствующих условий жизнедеятельности. Эвакуационные мероприятия проводят в целях снижения вероятных потерь населения, сохранения материальных и историко-культурных ценностей в случае опасности их уничтожения или повреждения при угрозе и возникновении ЧС в мирное и военное время. Мероприятия осуществляют, исходя из принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся собственных сил и средств на основании планов временного отселения населения, эвакуации материальных и историко-культурных ценностей в безопасные районы, являющихся составной частью планов ГО и планов защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера соответствующих административно-территориальных единиц, утверждаемых в соответствии с законодательством.

4.2 Защитные сооружения ГО и средства индивидуальной защиты, порядок их использования

Защитные сооружения ГО и порядок их использования. Защитное сооружение (ЗС) ГО – инженерное сооружение, предназначенное для

укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий на потенциально опасных объектах, либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения. К ним относятся убежища и противорадиационные и простейшие укрытия. ЗС могут быть встроенными, расположенными в подвалах и цокольных этажах зданий и сооружений, и отдельно стоящими, сооружаемыми вне зданий и сооружений. Размещают их возможно ближе к местам работы или проживания служащих. По срокам строительства ЗС подразделяются на построенные заблаговременно, т.е. в мирное время и быстровозводимые, которые сооружаются в предвидении каких-либо ЧС или при внезапном нападении противника.

Убежище ГО – специальное сооружение, предназначенное для защиты людей от оружия массового поражения. Оно обеспечивают защиту от действия:

- ударной волны ядерного взрыва;
- светового излучения;
- проникающей радиации;
- излучения осадков на следе радиоактивного облака;
- отравляющих веществ;
- бактериальных (биологических) средств.

Убежища классифицируют по:

- 1) Защитным свойствам (таблица 4.1):
- 2) Вместимости: большие – более 2000 человек, средние – на 600–2000 чел., малые – на 150–600 чел.
- 3) Месту расположения (встроенные, отдельно стоящие и приспособленные – метро, горные выработки).
- 4) Обеспечению фильтровентиляционным оборудованием (с оборудованием промышленного изготовления; с оборудованием, изготовленным из подручных материалов).
- 5) Времени возведения (построенные заблаговременно, быстровозводимые).
- 6) Назначению (для защиты населения; для размещения органов управления).

Таблица 4.1. – Классификация убежищ по степени защиты от ударной волны и проникающе радиации

Класс защиты	Избыточное давление, кгс/см ²	Коэффициент ослабления радиации, раз
1	5	5000
2	3	3000
3	2	2000
4	1	1000
5	0,5	300

В убежище должны быть места для сидения на 80%, для лежания на 20% укрываемых. Между сиденьями ширина проходов составляет не менее 0,85 м. Вместимость убежища определяется исходя из нормы: не менее 0,5 м² площади на человека. В состав помещений убежища также входят: фильтровентиляционная камера, помещение дизельной электростанции, санитарный узел, тамбур, предтамбур.

Убежища герметизируют и оснащают фильтровентиляционным оборудованием. Оно очищает наружный воздух, распределяет его по отсекам и создает в помещениях избыточное давление (подпор), что препятствует проникновению зараженного воздуха через различные трещины и неплотности. Длительное пребывание людей возможно благодаря надежному электропитанию (дизельная электростанция), санитарно-техническим устройствам (водопровод, канализация, отопление), радио- и телефонной связи, а также запасам воды, продовольствия и медикаментов. Система воздухообеспечения в свою очередь обеспечивает укрываемых не только необходимым количеством воздуха, но и придает ему нужную температуру, влажность и газовый состав.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – изделия, предназначенные для защиты кожи и органов дыхания от воздействия отравляющих веществ и/или вредных примесей в воздухе. Классификация средств индивидуальной защиты устанавливается ГОСТ 12.4.011-89, где в зависимости от назначения они подразделяются на 11 классов, которые, в свою очередь, в зависимости от конструкции подразделяются на типы:

- 1) Одежда специальная защитная (тулупы, пальто, полупальто, накидки, халаты и т.д.).
- 2) Средства защиты рук (рукавицы, перчатки, наплечники, нарукавники и т.д.).
- 3) Средства защиты ног (сапоги, ботинки, туфли, балахоны, тапочки и т.д.).
- 4) Средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки лицевые и т.д.).
- 5) Средства защиты головы (каска, шлемы, шапки, береты и т.д.).
- 6) Средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, СИЗОД, самоспасатели и т.д.).
- 7) Костюмы изолирующие (пневмокостюмы, скафандры и т.д.).
- 8) Средства защиты органов слуха (затычки, защитные наушники, беруши и т.д.).
- 9) Средства защиты от падения с высоты (страховочные привязи, стропы с амортизатором и без, анкерные линии, блокирующие устройства и др.).
- 10) Средства защиты кожных покровов.
- 11) Средства защиты комплексные.

По назначению СИЗ подразделяют на общевойсковые и специальные. Общевойсковые СИЗ предназначены для использования личным составом всех или нескольких видов вооруженных сил и родов войск. Специальные СИЗ предназначены для использования военнослужащими определенных специальностей или для выполнения специальных работ. По принципу

защитного действия СИЗОД2 и СИЗК3 подразделяются на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие СИЗК представляют собой одежду из материала, который пропитывается специальным техническим составом для нейтрализации или адсорбции паров АХОВ.

СИЗОД фильтрующего действия – это противогазы и респираторы. Они находят широкое применение как наиболее доступные, простые и надежные в эксплуатации. В соответствии с ГОСТ фильтрующие СИЗОД обозначаются буквой Ф.

СИЗОД изолирующего типа способны обеспечивать органы дыхания человека необходимым количеством свежего воздуха независимо от состава окружающей атмосферы. К ним относят: автономные дыхательные аппараты, обеспечивающие органы дыхания человека дыхательной смесью из баллонов со сжатым воздухом или сжатым кислородом, либо за счет регенерации кислорода с помощью кислородсодержащих продуктов; шланговые дыхательные аппараты, с помощью которых чистый воздух подается к органам дыхания по шлангу от воздуходувок или компрессорных магистралей.

Накопление СИЗ осуществляется заблаговременно в мирное время (в режиме повседневной деятельности) на складах органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и организаций. Номенклатура и объем накопления СИЗ определяются исходя из оценки обстановки, которая может сложиться при возникновении ЧС, а также с учетом проведения заблаговременных защитных мероприятий (герметизация помещений, укрытие в защитных сооружениях, временное отселение (эвакуация) из опасной зоны). СИЗ, накапливаемые местными исполнительными и распорядительными органами для обеспечения населения, проживающего в возможных зонах загрязнения (заражения), в целях своевременной выдачи могут храниться как на стационарных, так и мобильных складах контейнерного типа. Предоставление населению СИЗ осуществляется путем их плановой выдачи или выдачи в оперативном порядке.

К медицинским средствам индивидуальной защиты личного состава невоенизированных формирований и населения относятся:

- 1) аптечка индивидуальная,
- 2) индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8),
- 3) индивидуальный перевязочный пакет.

Аптечка индивидуальная выглядит как ярко-оранжевая пластиковая коробочка размера 9 см × 10 см × 2 см с надписью «Аптечка индивидуальная», крестом в круге и выступами для удержания (рисунок 4.1).

Комплектация аптечки индивидуальной АИ-2:

□ Противобактериальное средство № 2 (сульфадиметоксин 0,2 г) – 1 удлиненный пенал без окраски на 15 таблеток;

□ Радиозащитное средство № 2 (калия йодид 0,125 г) – 1 пенал белого цвета на 10 таблеток;

□ Противорвотное средство (этаперазин 0,006 г) – 1 пенал голубого цвета на 6 таблеток;

□ Противобактериальное средство № 1 (хлортетрацилин 0,006 г) – 2 пенала без окраски с квадратными корпусами на 5 таблеток каждый;

□ Радиозащитное средство № 1 (цистамин 0,2 г) – 2 пенала малинового цвета на 6 таблеток каждый.

В аптечках, находящихся на оснащении сотрудников государственных структур, дополнительно находятся 2 шприц-тюбика:

□ Белый шприц-тюбик содержит промедол, наркотический опиодный анальгетик;

□ Красный шприц-тюбик содержит афин – антидот, применяемый в случае поражения фосфороорганическими отравляющими веществами.



Рисунок 4.1 – Аптечка индивидуальная АИ-2

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 предназначен для обеззараживания капельно-жидких ОВ, попавших на открытые участки тела, одежду, обувь и индивидуальные средства защиты. Пакет состоит из стеклянного флакона с дегазирующим раствором и четырех ватно-марлевых тампонов. Когда необходимо, тампоны смачивают жидкостью из флакона и протирают зараженные участки. В первую очередь обеззараживаются открытые участки кожи, а затем края воротника и манжетов, СИЗ и снаряжение. Жидкость пакета ядовита - она не должна попасть в глаза. Если при обработке жидкостью появляется жжение, то нет необходимости волноваться: оно быстро исчезнет и не повлияет на самочувствие.

Индивидуальный перевязочный пакет (рисунок 4.2) состоит из бинта шириной 10 см и длиной 7 м и двух ватно-марлевых подушечек размером 17,5х32 см. Одна из подушечек пришита около начала бинта неподвижно, а

другую можно передвигать по бинту для удобства наложения повязки. Свернутые подушечки и бинт завернуты в воощеную бумагу и вложены в герметичный чехол из прорезиненной ткани, целлофана или пергаментной бумаги.



Рисунок 4.2 – Индивидуальный перевязочный пакет

В пакете имеется булавка, на чехле указаны правила пользования пакетом. При вскрытии пакета нельзя нарушать стерильность поверхности подушечки, которой она прикладывается к ране или месту ожога. Руками можно трогать только поверхность подушечки, прошитую цветными нитками.

Нельзя нарушать герметичность упаковки противохимического и перевязочного пакетов.

4.3 Рекомендуемые правила поведения и способы обеспечения безопасности людей и объектов в природных, техногенных, экологических, биолого-социальных ЧС, а также в условиях терроризма

Поведение при наводнении. Изучите и запомните границы возможного затопления, а также возвышенные, редко затапливаемые места, расположенные в непосредственной близости от мест проживания, кратчайшие пути движения к ним. Ознакомьте членов семьи с правилами поведения при эвакуации и наводнении. Запомните места хранения лодок, плотов и строительных материалов для их изготовления. Заранее составьте перечень документов, имущества и медикаментов, вывозимых при эвакуации. Уложите в специальный чемодан или рюкзак ценности, необходимые теплые вещи, запас продуктов, воды и медикаменты.

Действия во время наводнения:

1) По сигналу оповещения об угрозе наводнения и об эвакуации безотлагательно, в установленном порядке выходите (выезжайте) из опасной зоны затопления в назначенный безопасный район или на возвышенные участки местности, захватив с собой документы, ценности, необходимые вещи и двухсуточный запас непортящихся продуктов питания. В конечном пункте эвакуации зарегистрируйтесь.

2) Перед уходом из дома выключите электричество и газ, погасите огонь в отопительных печах, закрепите все плавающие предметы, находящиеся вне зданий, или разместите их в подсобных помещениях. Если позволяет время, ценные домашние вещи переместите на верхние этажи или на чердак жилого дома. Закройте окна и двери, при необходимости и наличии времени забейте снаружи досками (щитами) окна и двери первых этажей.

3) При отсутствии организованной эвакуации, до прибытия помощи или спада воды, находитесь на верхних этажах и крышах зданий, на деревьях или других возвышающихся предметах. При этом постоянно подавайте сигнал бедствия: днем – вывешиванием или размахиванием хорошо видимым полотнищем, подбитым к древку, а в темное время – световым сигналом и периодически голосом. При подходе спасателей спокойно, без паники и суеты, с соблюдением мер предосторожности, переходите в плавательное средство.

4) Неукоснительно соблюдайте требования спасателей, не допускайте перегрузки плавсредств. Во время движения не покидайте установленных мест, не садитесь на борта, строго выполняйте требования экипажа.

5) Самостоятельно выбираться из затопленного района рекомендуется только при наличии таких серьезных причин, как необходимость оказания медицинской помощи пострадавшим, продолжающийся подъем уровня воды при угрозе затопления верхних этажей (чердака). При этом необходимо иметь надежное плавательное средство и знать направление движения. В ходе самостоятельного выдвижения не прекращайте подавать сигнал бедствия. Оказывайте помощь людям, плывущим в воде и утопающим.

Если тонет человек: бросьте тонущему человеку плавающий предмет, ободрите его, позовите помощь. Добираясь до пострадавшего вплавь учтите течение реки. Если тонущий не контролирует свои действия, подплывите к нему сзади и, захватив его за волосы, буксируйте к берегу.

После наводнения:

1) Перед тем, как войти в здание проверьте, не угрожает ли оно обрушением или падением какого-либо предмета.

2) Проветрите здание (для удаления накопившихся газов).

3) Не включайте электроосвещение, не пользуйтесь источниками открытого огня, не зажигайте спичек до полного проветривания помещения и проверки исправности системы газоснабжения.

4) Проверьте исправность электропроводки, трубопроводов газоснабжения, водопровода и канализации. Не пользуйтесь ими до тех пор, пока не убедитесь в их исправности с помощью специалистов.

5) Для просушивания помещений откройте все двери и окна, уберите грязь с пола и стен, откачайте воду из подвалов.

6) Не употребляйте пищевые продукты, которые были в контакте с водой.

7) Организуйте очистку колодцев от нанесенной грязи и удалите из них воду.

Правила поведения во время бури, урагана, смерча.

А. Если Вы оказались *дома*, то необходимо:

1) с наветренной стороны дома или квартиры плотно закрыть окна, двери, чердачные или вентиляционные отверстия, в сельской местности – ставнями или щитами защитить окна;

2) двери и окна – открыть и закрепить в этом положении с подветренной стороны, чтобы уравнивать внутреннее и внешнее давление;

3) стёкла – оклеить полосками бумаги или ткани;

4) убрать с балконов и подоконников вещи, которые могут быть захвачены воздушным потоком;

5) предметы, находящиеся во дворе – занести в помещения или закрепить;

6) подготовить к возможной эвакуации запас воды, продуктов питания, медикаментов, фонарик, приёмник на батарейках, переносную электроплиту, документы и деньги;

7) погасить огонь в печке, закрыть газовые краны, подготовиться к выключению электросети;

8) оставить включенным радиоприёмник, телевизор, радиоточку для получения важной информации;

9) перед уходом в убежище, подвал и др. выключите радиоприёмник, телевизор, электричество, возьмите с собой подготовленные вещи.

Нельзя сразу выходить на улицу после стихания ветра. Он может вновь повториться. Если станет ясно, что ураган закончился – ведите себя осторожно, остерегайтесь оборванных проводов, они могут быть под напряжением, спички не зажигайте – может произойти взрыв из-за утечки газа и др.

Б. Если Вы оказались *на улице вблизи* непрочных зданий – укройтесь в подвале ближайших зданий, либо подъезде под лестничной клеткой в убежище. *Остерегайтесь* порванных электропроводов, высоких заборов, ломающихся деревьев.

В. При поездке в *автомобиле* – остановитесь, лучше съехать в кювет, не останавливайтесь под деревьями, возле непрочных, строений, из машины не выходите.

Поведение во время гололеда (гололедицы):

1) подготовьте мало скользкую обувь,

2) прикрепите на каблуки металлические набойки или поролон,

3) на сухую подошву наклейте лейкопластырь или изоляционную ленту,

4) можете натереть подошвы песком (наждачной бумагой),

5) передвигайтесь осторожно, не торопясь, наступая на всю подошву. При этом ноги должны быть слегка расслаблены, руки свободны. Рекомендуется использовать трость с резиновым наконечником или специальную палку с заостренными шипами,

6) если Вы поскользнулись, присядьте, чтобы снизить высоту падения. В момент падения постарайтесь сгруппироваться, и, перекатившись, смягчить удар о землю.

Правила поведения во время аварии на химически опасных объектах.

А. Получив информацию о выбросе в атмосферу АХОВ и об опасности химического загрязнения, необходимо надеть средство индивидуальной защиты органов дыхания, простейшие средства защиты кожи (плащи, накидки) и покинуть район аварии.

Б. Если остаетесь в помещении, в который поступает неизвестный газ, необходимо:

- 1) закрыть окна, двери, форточки;
- 2) намочить ткань водой и дышать через неё;
- 3) включить радиоточку или радиоприёмник на местную волну;
- 4) при отсутствии информации – позвонить в «Службу спасения» 101;
- 5) включить на 10–15 мин. все электронагревательные приборы и газ для создания избыточного давления воздуха в квартире – такой приём снижает в 2–3 раза поступление ядовитого газа через щели в окнах и дверях.

6) Провести герметизацию помещения в следующей последовательности:

- закрыть дымоходы и вентиляционные отверстия, начиная с наветренной стороны;
- закрыть крупные щели в окнах сырыми тряпками или заклеить бумагой, плёнкой;
- загерметизировать окна мокрой простыней;
- закрыть плотными одеялами дверь в коридор. Затем надо укрыться в помещении с минимальным воздухообменом (кладовка, ванная комната с подветренной стороны).

В. Если по радио поступило предложение об эвакуации, то из дома надо выходить в противогазе, либо с маской из ткани, смоченной водой. На сборный пункт следует идти по маршруту, рекомендованном по радио, либо в направлении, перпендикулярным направлению ветра, желательно – по возвышенной, хорошо проветриваемой местности.

Правила поведения во время пожара и взрыва на объектах. До прибытия спасателей и пожарных подразделений МЧС граждане обязаны приступить к спасению людей, оказавшихся в завалах, в загазованных и задымленных помещениях, получивших ранения и травмы от осколков разрушающихся зданий и техники, получивших ожоги и отравления. *Завал разбирают вручную, последовательно освобождая от обломков голову, туловище, ноги.* После чего пострадавшему оказывают первую медицинскую помощь, в зависимости от состояния пострадавшего. *При поиске пострадавших в горящих, загазованных и задымленных помещениях, при отсутствии*

изолирующих противогазов, обязательно рот и нос закрыть повязкой, смоченной в воде, соблюдать правила тушения пожаров.

Правила поведения в условиях терроризма:

1) Контролируйте ситуацию вокруг себя, особенно в людных местах. Обращайте внимание на забытые сумки, портфели, пакеты и коробки. Сообщите о таком пакете, сумке или коробке охраннику ближайшей вахты. При этом обнаруженные вещи нельзя пинать, разбирать, открывать. Отойдите от них! Они могут взорваться!

2) Соблюдайте простое правило – не брать чужое. Детям нужно объяснить, что нельзя подбирать на улице игрушки, какие бы заманчивые они ни были. Люди часто теряют мобильные телефоны, не поднимайте их, не берите!

3) Не спешите присоединиться к толпе зевак, ведь после одного взрыва может прогреметь и второй, или случиться еще что-то опасное.

4) Если поведение какого-то человека показалось вам подозрительным, сообщите об этом охраннику. Не нужно подходить к этому человеку и пристально вглядываться, террорист он или нет. Нельзя также показывать на него, объясняя сотруднику охраны свои подозрения и требовать от него немедленных действий. Террорист, почувствовав, что его «опознали», может начать действовать.

5) Если вас взяли в заложники, первое правило – не поддаваться панике, вести себя спокойно. От людей с непрогнозируемым поведением террористы постараются избавиться в первую очередь. Не забывайте и о втором правиле – ведите себя достойно. Террористы следят за поведением заложников и, если они не раздражают их своим поведением, то совершить какие-то действия в отношении этих людей им психологически сложнее.

6) Не привлекайте к себе внимание слезами или причитаниями, пренебрежительно или агрессивно разговаривать с террористами. Подчиняйтесь их требованиям, спрашивайте, что можно и что нельзя. Очень важно при этом следить за временем. Если нет часов, хотя бы отслеживайте смену дня и ночи, делайте какие-нибудь заметки, чтобы не терять ощущение реального времени.

7) Постарайтесь отвлечься – читайте стихи, вспоминайте номера телефонов знакомых. При этом незаметно следите за террористами: сколько их, какое оружие, кто главный, когда сменяется охрана. Запоминайте детали и приметы: необычный цвет волос, татуировки и другие.

8) Если вы заметите неподалеку сотрудника спецназа или спасателя, не нужно кричать об этом всем остальным заложникам, иначе операция по спасению может быть сорвана.

4.4 Рекомендуемые правила поведения людей и особенности оказания первой медицинской помощи пострадавшим в ЧС

Первая медицинская помощь пострадавшим – это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых спасателями, санинструкторами и

врачами спасательных подразделений непосредственно на месте получения пострадавшими травм с использованием табельных и подручных средств, а также самими пострадавшими в порядке само- и взаимопомощи. Основная цель первой медицинской помощи – спасение жизни пораженного, устранение продолжающегося воздействия поражающего фактора и подготовка пострадавшего к эвакуации из зоны поражения.

Оптимальный срок оказания первой медицинской помощи – до 30 мин после получения травмы. При остановке дыхания это время сокращается до 5–10 мин.

Оказание первой медицинской помощи начинается с определения, в каком состоянии находится пострадавший: жив или мертв. Для этого необходимо:

1) определить, сохранено ли сознание;

2) прощупать пульс на лучевой артерии, а при повреждении верхних конечностей – на бедренных или сонных артериях. Пульс определяют в нижней части предплечья на 2–3 см выше лучезапястного сустава по ладонной поверхности, слегка отступив от ее середины в сторону большого пальца. Если в этом месте проверить пульс невозможно (например, при наличии раны), пульс определить на боковой поверхности шеи, в средней части плеча на его внутренней поверхности, в середине трети бедра с внутренней стороны;

3) установить, дышит ли пострадавший; дыхание, которое у здорового человека осуществляется в виде 16–20 вдохов и выдохов в минуту, у людей, получивших травму, может быть слабым и частым;

4) определить, суживаются ли зрачки на свет, отметить их величину.

При отсутствии пульса, дыхания и сознания, широко, не реагирующем на свет зрачке, констатируется смерть. Если определяются два признака из трех (сознание, пульс, дыхание) при реагирующем на свет зрачке – пострадавший жив, ему оказывается первая помощь. Если пострадавший находится в крайне тяжелом, бессознательном состоянии, прежде всего, необходимо восстановить проходимость дыхательных путей, очистить рот и начать делать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Только при наличии у пострадавшего самостоятельного дыхания и пульса можно заниматься другими его повреждениями. В первую очередь:

– останавливают кровотечение при повреждении кожи, ранении мягких тканей с помощью давящих повязок или наложением жгута, закрутки из подручных средств,

– накладывают повязки при ожоге или отморожении,

– создают неподвижность конечностям при переломах костей, сдавливании тканей, ушибах,

– согревают обмороженные участки тела до появления красноты,

– вводят обезболивающие средства и осуществляют другие мероприятия.

В первую очередь следует избавить от давления голову и грудь пострадавшего. До освобождения сдавленных конечностей из-под завала или

как можно быстрее после их освобождения на придавленную руку или ногу выше места сдавления необходимо наложить жгут или тугую закрутку. После извлечения пострадавшего из-под обломков необходимо оценить состояние его здоровья.

4.5 Опасности и чрезвычайные ситуации, возникающие (возникшие) при угрозе, ведении военных действий или вследствие этих действий. Краткая характеристика ядерного, химического и биологического оружия и возможные последствия их применения. Современные обычные средства поражения и возможные последствия их применения

Ядерное оружие и возможные последствия его применения

В настоящее время значительное число государств имеют ядерное оружие, но наибольшее количество их имеют США, Россия, Великобритания и Франция. Вероятность тотального применения ядерного оружия маловероятна, но ограниченное его применение возможно, в том числе и государствами, которые имеют их ограниченное количество.

Ядерные государства мира в конце 80-х годов имели около 50000 ядерных боеприпасов общей мощностью 13000 Мт, из них стратегических ядерных боеголовок около 24000 общей мощностью 12000 Мт. В настоящее время их количество снижается, и как результат международных соглашений по сокращению ядерных вооружений, так и в связи с истечением гарантийного срока эксплуатации.

Несмотря на подписанные международные соглашения о предотвращении ядерной войны, о нераспространении ядерного оружия, опасность применения ядерного оружия сохраняется. Даже если оно не будет применено в военных конфликтах, то сохраняется опасность несанкционированных пусков ракет, взрывы на пусковых установках. Особую опасность представляют террористические акты с применением ядерных боеприпасов.

Ядерное оружие характеризуется такими особенностями: внезапность и значительный радиус поражения; огромная разрушительная сила; массовый и комбинированный характер поражения людей, техники и экологическое бедствие; тяжелое морально-психологическое влияние на людей.

Ядерным оружием называют боеприпасы, действие которых основано на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при взрывных ядерных реакциях деления и синтеза.

Вследствие этого различают следующие разновидности ядерного оружия:

- *Атомная бомба.* Принцип действия основан на цепной реакции деления изотопов урана или плутония. Критическая масса образуется после соединения изолированных частей изотопов обычным взрывным устройством. Критическая масса для урана составляет 24 кг, при этом минимальные размеры бомбы могут быть менее 50 кг. Критическая масса для

плутония – 8 кг, что при плотности $18,7 \text{ г/см}^3$ составляет примерно объём теннисного мяча;

• *Водородная бомба.* Принцип действия бомбы основан на высвобождении энергии вследствие превращения легких ядер в более тяжелые при реакции синтеза. Для начала реакции необходима температура в 10 млн. градусов Цельсия, что достигается взрывом обычной атомной бомбы в качестве взрывателя;

• *Нейтронное оружие.* Это разновидность ядерных боеприпасов с термоядерным зарядом малой мощности. Достигается повышенное нейтронное излучение за счет большего расхода энергии (примерно в 5–10 раз) на создание проникающей радиации.

Мощность ядерных боеприпасов оценивается не массой, а тротиловым эквивалентом и измеряется в тоннах, килотоннах, мегатоннах. Боеприпасы могут быть различного калибра – от менее одной килотонны до 1 Мт. Боеприпасы мощностью менее 1 кт, относятся в основном, к нейтронным.

Краткая характеристика поражающих факторов ядерного взрыва

В планах военного командования ядерных государств при использовании ядерного оружия планируется применять только воздушные взрывы, так как в этом случае радиоактивное заражение минимальное. В случае наземного взрыва радиоактивное облако сможет облететь Земной шар несколько раз, заражая территорию радиоактивными веществами и применившего оружие государства. Поражающими факторами воздушного ядерного взрыва являются:

- *проникающая радиация* (5% от общей энергии взрыва, время действия несколько секунд в момент взрыва);
- *электромагнитный импульс* (менее 0,000001% от общей энергии взрыва, длительность 230 нс);
- *световое излучение* (35% от общей энергии взрыва, время действия от 1 с до 15 с в зависимости от мощности взрыва);
- *ударная волна* (50% от общей энергии взрыва, распространяется со скоростью звука);
- *радиоактивное заражение* (10% от общей энергии взрыва, распространяется со скоростью ветра).

Ударная волна. Источником ударной волны являются высокая температура в несколько миллионов градусов и давление несколько миллиардов атмосфер. Основными параметрами ударной волны являются: избыточное давление, скоростной напор, фаза сжатия и фаза разрежения (рис. 2.19). Избыточное давление и скоростной напор измеряются в Паскалях или кгс/см^2 ($1 \text{ кгс/см}^2 = 10^5 \text{ Па}$). Фаза сжатия и фаза разрежения измеряются в секундах. Скорость распространения ударной волны равна скорости звука.

При избыточном давлении $P_{\text{ф}} = 0,2\text{--}0,4 \text{ кгс/см}^2$ люди получают легкие травмы и контузии, при избыточном давлении примерно $0,5 \text{ кгс/см}^2$ люди получают в основном средние травмы, при избыточном давлении более $0,5 \text{ кгс/см}^2$ люди получают в травмы тяжелой и крайне тяжелой степени

(кровотечение из носа и ушей, переломы костей) и при избыточном давлении свыше 1 кгс/см^2 люди погибают.

Таким образом, воздействие ударной волны на человека приводит или к его гибели или к травмам различной степени, а также к ранениям осколками разрушающихся зданий и сооружений. Крупные здания и сооружения разрушаются, в основном, за счет избыточного давления, а малые объекты – за счет скоростного напора.

Механизм воздействия ударной волны на человека проявляется так: избыточное давление наносит удар по человеку, фаза сжатия приводит к сжиманию тела со всех сторон, скоростной напор обладает метательным действием, а фаза разрежения проявляется в образовании "обратной ударной волны". В результате, люди получают травмы, ранения различной степени тяжести или погибают.

Световое излучение. Источником светового излучения является светящаяся область ядерного взрыва.

Параметром, характеризующим поражающее действие светового излучения, является световой импульс, который измеряется в Дж/м^2 или кал/см^2 ($1 \text{ кал/см}^2 = 4,2 \cdot 10^4 \text{ Дж/м}^2$).

Световое излучение при воздействии на людей может вызвать ожоги различной степени и поражение глаз:

- *ожоги первой степени* – покраснение кожи ($2\text{--}4 \text{ кал/см}^2$);
- *ожоги второй степени* – образование на коже пузырей ($4\text{--}8 \text{ кал/см}^2$);
- *ожоги третьей степени* – обугливание кожи ($8\text{--}12 \text{ кал/см}^2$);
- *ожоги четвертой степени* – обугливание подкожных тканей (более 12 кал/см^2).

Воздействуя на окружающую среду, световое излучение вызывает пожары: отдельные, массовые, сплошные.

Возгорание и устойчивое горение различных материалов зависит от величины светового (теплого) импульса и расстояния от источника до возгораемых материалов.

Электромагнитный импульс. Электромагнитный импульс наблюдается при всех видах взрывов. Особенно он опасен при взрывах на высотах более 40 км, так как в этом случае он является наиболее мощным и распространяется на большие расстояния.

Например, при взрыве над островом Джонстон ядерного боеприпаса на высоте 396 км в городах на расстоянии 1300 км от эпицентра взрыва полностью вышли из строя уличное освещение, линии электропередач и линии связи.

Электромагнитный импульс, наводя электродвижущую силу в металлических предметах, в проводах, вызывает сильные наведенные токи, разрушающие оконечные электронные устройства и другое оборудование и поражают находящиеся у оборудования людей. Особо чувствительны к воздействию электромагнитного импульса полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы.

Считается, что отдельно стоящий человек электромагнитным импульсом непосредственно не поражается, но в ряде случаев отдаленные последствия его воздействия для здоровья человека наблюдаются.

Проникающая радиация. Проникающая радиация – это поток нейтронов и гамма-лучей, испускаемых от делящегося ядерного вещества в момент взрыва ядерного боеприпаса. Они распространяются в воздухе во все стороны на расстояния до 2,5–3 км, производят ионизацию воздуха, всех предметов и человека, а нейтроны, проникая в землю, вызывают наведенную радиоактивность. Проникающая радиация является основным поражающим фактором нейтронных боеприпасов.

Радиоактивное заражение – результат выпадения осадков из радиоактивного облака, которое под воздействием ветра может распространяться при воздушном взрыве на глубину до 200–600 км и более в зависимости от мощности взрыва и скорости ветра. Источниками радиоактивного заражения при ядерных взрывах являются: осколки деления атомов ядерного горючего, наведенная радиоактивность, не разделившаяся часть ядерного горючего.

Характеристика очага ядерного поражения Интегральную оценку последствиям ядерного взрыва можно дать путем рассмотрения очага ядерного поражения.

Очагом ядерного поражения называют территорию, на которой произошли массовые поражения людей, домашних и диких животных, разрушения и пожары в результате ядерного взрыва. Очаг ядерного поражения характеризуется количеством пораженных, масштабами разрушений, повреждениями зданий и сооружений, частичными завалами или разрушениями защитных сооружений. Условно очаг можно разделить на четыре зоны (рисунок 4.3):

1. *Зона полных разрушений.* Избыточное давление в зоне достигает 50 кПа и более. Площадь зоны составляет 10–12% от общей площади очага поражения. В зоне: здания разрушаются полностью, пожаров нет (пламя сбито ударной волной), вне укрытий люди погибают или получают травмы и ранения крайне тяжелой степени, ожоги четвертой степени. Люди получают также сильные, часто смертельные дозы облучения от проникающей радиации, а через 7–10 минут в зоне начинается сильное радиоактивное заражение от выпадения радиоактивных осадков из радиоактивного облака, что еще больше увеличивает дозу облучения людей. Таким образом, потери незащищенного населения в зоне составляют более 90%, из них безвозвратные – 80%, санитарные – 10%. Сохраняется не менее 75% убежищ и значительная часть подземных коммуникаций.

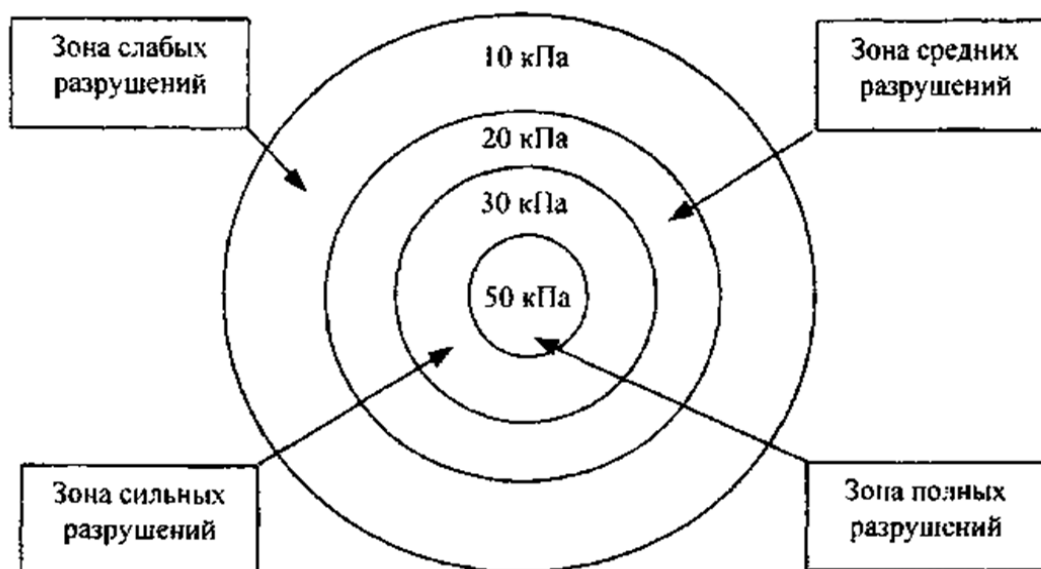


Рисунок 4.3. – Очаг ядерного поражения

2. *Зона сильных разрушений.* Избыточное давление от ударной волны в границах зоны составляет 50–30 кПа. Площадь зоны составляет 8–10% от общей площади очага. Здания получают сильные разрушения, т.е. восстановлению не подлежат. Наблюдаются сплошные пожары. Люди вне укрытий получают травмы и ранения, в основном тяжелой и средней степени тяжести, ожоги – в основном третьей и четвертой степени. Кроме того они получают большие дозы облучения от проникающей радиации и радиоактивного заражения. Таким образом, общие потери в зоне сильных разрушений составят не менее 50%, из них безвозвратные потери – 35%, санитарные потери – 15%. Сохраняются все убежища и подземные коммуникации.

3. *Зона средних разрушений.* Избыточное давление в границах зоны составляет 30–20 кПа. Площадь зоны – 18–20% от общей площади очага. Здания получают в основном средние разрушения, т.е. подлежат капитальному ремонту. Наблюдаются массовые пожары. Открыто расположенные люди получают травмы средней и легкой степени тяжести, ожоги – в основном второй и третьей степени. Люди также получают дозы облучения в зависимости от времени пребывания на радиоактивно зараженной местности. Таким образом, общие потери в зоне составят 40%, из них 10% – безвозвратные потери и 30% санитарные потери.

4. *Зона слабых разрушений.* Избыточное давление на границах зоны составляет 20–10 кПа. Площадь зоны составляет 60–70%. Здания получают слабые разрушения, т.е. подлежат текущему ремонту. Наблюдаются отдельные пожары. Открыто расположенные люди получают в основном легкие травмы, контузии и ожоги в основном первой степени, дозы облучения в зависимости от времени пребывания на открытой местности.

Таким образом, в зоне слабых разрушений может быть только 15% санитарных потерь. Всего в очаге общие потери могут составить 50–60% от

численности населения, из них безвозвратные – 15–20%. Санитарные – 35–45%. Из числа санитарных потерь легко пораженные будут составлять 20–40%, а пораженные средней тяжести и тяжелые – 60–80%. Возможная структура санитарных потерь: термические ожоги – 15–25%; механические повреждения – 15–50%; радиационные поражения – 10–15%; комбинированные поражения – 45–55%. Следует учитывать, что до 25% непосредственно непораженных людей будут иметь острые психические расстройства и будут нуждаться в медицинской помощи.

Возможные последствия ядерной войны

Вопросами оценки последствий ядерной войны ученые начали заниматься только с 1982 года. Исследования проводились большими группами ученых СССР, США, Великобритании, Канады, Швеции и Франции. Первый научный отчет Академии Наук СССР вышел в 1987 году. В США исследования проводили научные учреждения Министерства обороны, Национальной Академии Наук, отдельные институты, группы ученых в областях экологии, биологии, экономики и др. Исследования проводились как аналитическим путем, так и с помощью моделирования на ЭВМ.

Известно, что сценарии ядерной войны могут быть разными, поэтому отобраны наиболее вероятные. Если рассматривать наиболее "щадящие" варианты широкомасштабной ядерной войны, когда в течение нескольких дней в северном полушарии будет взорвано около 40% имеющихся ядерных боеприпасов, общей мощностью примерно 5000 Мт, то будут следующие последствия, с которыми согласно большинство ученых мира:

1. Прямые потери от поражающих факторов ядерных взрывов. В первые дни погибнет примерно 1 млрд 150 млн человек, столько же будет тяжело раненных, из них умрет не менее 70%. С учетом радиоактивного заражения потери составят 30–50% от населения Земного шара.

2. Наступит «ядерная ночь» за счет поднятых в атмосферу дыма и пыли так как в этом случае поступление солнечной энергии будет блокировано на 90%. «Ядерная ночь» продлится в северном полушарии от 1,5 до 8 месяцев, в южном – от 1 до 4-х. Фотосинтез прекратится как на земле, так и в мировом океане. В результате нарушатся все пищевые цепочки: погибнут растения, затем животные, наступит голод для человечества.

3. Наступит «ядерная зима». Температура понизится в северном полушарии на 30–43°C (по данным ученых СССР – на 15–20°C), в южном – на 15–20°C. В результате скачкообразного понижения температуры, а также учитывая, что "ядерная зима" продлится в северном полушарии до года, в южном – до 10 месяцев, погибнут все сельскохозяйственные культуры, земля промерзнет на глубину до 1м, пресной воды не будет, наступит голод.

4. В результате изменения климата в различных районах мира возрастет количество стихийных бедствий, прежде всего бурь, ураганов, засух и наводнений.

5. Возникнут пожары. Выгорят леса (источники кислорода и утилизации углекислого газа) на площади не менее 1 млн. км². Пожары в городах

вызовут выделение токсичных газов в концентрациях, которые приведут к отравлениям всего живого. Изменится газовый состав атмосферы с непредсказуемыми последствиями для биологического мира.

6. Озоновый слой уменьшится на 17–70%. Для его восстановления потребуется не менее 10 лет. В течение этого времени ультрафиолетовое излучение Солнца будет в 100 раз более интенсивным, чем в нормальных условиях, и оно губительно для всего живого.

Ожидаются тяжелые генетические последствия, массовая гибель людей и животных от онкологических заболеваний, вырождение человечества. Правда, в первые месяцы после ядерных ударов ультрафиолетовое излучение Солнца будет поглощаться пылью и сажей и влияние его будет незначительным.

7. Из-за отсутствия топлива, питьевой воды, в результате голода, развала медицинского обеспечения возникнут пандемии с непредсказуемыми последствиями.

Химическое оружие и возможные последствия его применения

Под химическим оружием понимают отравляющие вещества, средства их доставки и применения. К отравляющим веществам (ОВ) относят ХОВ наибольшей токсичности, которые могут быть использованы для поражения людей, животных, растений, а также для заражения территории и находящихся на них объектов.

Доставка отравляющих веществ может быть осуществлена с помощью ракет, генераторов аэрозоля, авиационных химических бомб, снарядов, мин, гранат, а также наливных авиационных приборов. Разновидностью боеприпасов являются бинарные боеприпасы. Они состоят из двух нетоксичных химических элементов, но после их механического соединения образуется сильно токсичное соединение.

Химическое оружие применялось в первую мировую войну (1914 г.), во время войны в Корее (1952 г.), в войне во Вьетнаме. Женевской конвенцией 1925 года применение химического оружия, названных в Конвенции образцов, запрещено, но не запрещено его иметь, а поэтому многие страны имели и имеют такое оружие. В январе 1993 года подписана Международная Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия, а также ликвидации имеющегося.

В настоящее время идет процесс уничтожения запасов химического оружия на специальных полигонах с использованием специальных технологий. Только в СССР было около 700 складов химического оружия с общим запасом 4,5 миллионов боеприпасов. Склады были размещены в основном на территории России, Украины и Белоруссии.

Следует заметить, что ликвидация химических боеприпасов не гарантирует их неприменение в военных конфликтах, так как ХОВ постоянно производятся и широко используются в производстве отдельных товаров и нет особых проблем применить их в военных целях.

Для отравляющих веществ характерными являются: объемность заражения внешней среды, длительность сохранения поражающего действия,

разнообразие клиники и динамики развития отравления, способность ряда ОВ проникать в организм, как через дыхательные пути, так и через кожные покровы, психоэмоциональное воздействие, необходимость использования средств индивидуальной защиты.

Классификация ОВ проводится по различным признакам. По ведущему клиническому синдрому поражения ОВ принято делить на следующие группы:

1. ОВ нервно-паралитического действия (зарин, зоман, ви-газы, табун – только в России и Ираке). Зарин получен в Германии в 1939 году, зоман – в Германии в 1944 году, ви-газы получены в Великобритании в 1955 году. Все газы исключительно токсичны.

2. ОВ кожно-нарывного действия (иприт). Применялся в первую мировую войну. Получен в Германии в 1886 году.

3. ОВ удушающего действия (фосген, дифосген).

4. ОВ общеядовитого действия (синильная кислота, хлорциан).

5. Раздражающие ОВ (си-эс, си-ар, хлорпикрин, адамсит).

6. Психохимические ОВ (Би-зет, ЛСД).

Кроме перечисленных ОВ могут применяться токсины и фитотоксиканты.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения. Количество потерь среди населения может колебаться от нескольких процентов до 90%. Например, структура потерь от применения фосфорорганических ОВ может быть следующей: безвозвратные – 50–55%, санитарные – 45–50%, из них тяжелые потери – 25%, легкие – 25%. Особую опасность химического оружия для населения представляет его применение террористами.

Биологическое оружие и возможные последствия его применения

Идея применения болезнетворных микроорганизмов в качестве средств поражения подсказана самой жизнью. Инфекционные болезни постоянно уносили много человеческих жизней, а эпидемии, сопутствовавшие войнам, вызывали крупные потери среди войск, предreshая иногда исход целых военных кампаний.

В период с 1733 по 1865 год в войнах в Европе погибло 8 млн. человек, из них 6,5 млн. человек погибли от инфекционных болезней, а не на поле боя. В Европе в 1918-19гг. эпидемией гриппа было поражено 500 млн. человек, из них умерло 20 млн. человек, т.е. в 2 раза больше числа убитых за всю первую мировую войну.

К биологическому оружию относят патогенные микроорганизмы и их токсины, предназначенные для поражения людей, животных и растений, а также средства их доставки. К наиболее опасным инфекционным заболеваниям относят: чуму, холеру, натуральную оспу, туляремию, сип, сыпной тиф, желтую лихорадку, легионеллез, пятнистую лихорадку Скалистых гор, мелиондоз, сибирскую язву, ботулизм и др.

Несмотря на международные соглашения о запрещении применения биологического оружия оно может быть применено отдельными странами-

агрессорами и террористическими элементами. Наиболее вероятным способом применения биологических средств является аэрозольный. Его применяют с помощью самолетов, вертолетов, ракет, бомб, снарядов, мин и др. Вероятными способами применения являются также трансмиссионный и диверсионный. В результате применения биологического оружия образуется зона биологического заражения.

Зоной биологического заражения называется территория, подвергшаяся непосредственному воздействию биологического (бактериологического) оружия, территория, на которой распространились биологические рецептуры и зараженные переносчики инфекционных заболеваний. Зона заражения включает район применения биологического оружия, район распространения биологических средств и характеризуется длиной, глубиной и площадью. Внутри зоны могут возникнуть один или несколько очагов поражения. Размеры очага биологического поражения зависят от способа распространения, метеоусловий, рельефа местности, характера застройки и планировки населенных пунктов. Степень поражения людей в очаге поражения зависит от наименования болезни.

Краткая характеристика новейших средств поражения и возможные последствия их применения

Геофизическое оружие –совокупность различных средств, позволяющих использовать в военных целях разрушительные силы природы путем искусственно вызываемых изменений физических свойств и процессов, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли.

Возможность использования многих природных процессов в разрушительных целях основана на их огромном энергосодержании. Способы активного воздействия на них достаточно разнообразны. К ним можно отнести:

- инициирование искусственных землетрясений в сейсмоопасных районах, мощных приливных волн типа цунами, ураганов, горных обвалов, снежных лавин, оползней, селевых потоков;
- формирование засухи, ливней, града, тумана, заторов на реках, разрушение гидросооружений и др.

Изучаются возможности воздействия на ионосферу с целью создания искусственных магнитных бурь и полярных сияний для нарушения радиосвязи и осложнения радиолокационных наблюдений на больших пространствах.

Для воздействия на природные процессы могут быть использованы такие средства, как химические вещества, мощные генераторы электромагнитных излучений, тепловые генераторы и т.п. Однако наиболее эффективным средством воздействия на геофизические процессы считается использование ядерного оружия.

Поражающими факторами геофизического оружия являются катастрофические последствия спровоцированных опасных природных явлений.

Радиологическое оружие – один из возможных видов оружия массового поражения. Его действие основано на использовании боевых радиоактивных веществ (БРВ), применяемых в виде специально приготовленных порошков или растворов веществ, содержащих в своем составе радиоактивные элементы, вызывающие эффект ионизации. Ионизирующее излучение разрушает ткани организма, вызывая локальные поражения или лучевую болезнь. Действие БРВ сравнимо с действием радиоактивных веществ, которые образуются при ядерном взрыве и заражают окружающую местность.

Основным источником БРВ служат отходы, образующиеся при работе ядерных реакторов или специально полученные в ядерных реакторах вещества с различным периодом полураспада. Применение БРВ может осуществляться с помощью авиабомб, беспилотных самолётов, крылатых ракет, диверсионным путем и др.

Лучевое оружие – это совокупность устройств (генераторов), поражающее действие которых основано на использовании остронаправленных лучей электромагнитной энергии (лазеры, лучевые ускорители).

Боевые лазеры – это мощные излучатели электромагнитной энергии оптического диапазона. Поражающее действие лазерного луча достигается в результате нагревания до высоких температур материальных объектов, расплавлении или повреждении чувствительных элементов оборудования и др. Воздействие на человека проявляется в виде повреждения зрения и нанесения термических ожогов кожи. Действие лазерного луча отличается скрытностью, высокой точностью, прямолинейностью распространения и мгновенным действием.

Существенно снижают поражающее действие лазерного луча такие факторы природной среды, как туман, дождь, снег и пыль. Поэтому с наибольшей эффективностью применение лазерного луча может быть достигнуто в космическом пространстве для уничтожения баллистических ракет и искусственных спутников Земли.

Ускорительное оружие является разновидностью лучевого оружия. Поражающим фактором такого оружия служит остро направленный пучок заряженных или нейтральных частиц (электронов, протонов, нейтральных атомов водорода), разогнанных до больших скоростей. Мощный поток энергии создает на цели механические ударные нагрузки, интенсивное тепловое воздействие и вызывает коротковолновое электромагнитное (рентгеновское) излучение. Объектами поражения такого оружия могут быть не только космические аппараты или ракеты, но и различные наземные объекты. Существует возможность облучения ускорительным оружием из космоса больших площадей земной поверхности с массовым поражением на ней людей и животных.

Радиочастотное оружие – это средства, поражающее действие которых основано на использовании электромагнитных излучений сверхвысокой частоты (в диапазоне до 30 ГГц) или очень низкой частоты (менее 100 Гц).

Объектами поражения этого оружия является население. При этом имеется в виду способность электромагнитных излучений в диапазоне сверхвысоких и очень низких частот вызывать повреждения жизненно важных органов человека (мозга, сердца, сосудов). Оно способно воздействовать на психику, нарушая при этом восприятие окружающей действительности, вызывая слуховые галлюцинации и др.

Инфразвуковое оружие - средство массового поражения, основанное на использовании направленного излучения мощных инфразвуковых колебаний с частотой ниже 16Гц. Такие колебания могут воздействовать на центральную нервную систему и пищеварительные органы человека, вызывая головную боль и боль во внутренних органах, нарушая ритм дыхания. Инфразвук обладает также психотропным действием на человека, вызывая потерю контроля над собой, чувство страха и паники. В качестве генераторов инфразвука используются ракетные двигатели, снабженные резонаторами и отражателями звука. Возможно использование двух звуковых генераторов с разностной частотой, воспринимаемой как инфразвук.

Другие перспективные виды оружия. К ним можно отнести: высокоточное оружие нового поколения, средства радиоэлектронной и информационной борьбы, метеорологическое, биологическое оружие нового поколения (включая психотропные средства), биотехнологические средства, химическое и психотропное оружие нового поколения, оружие электромагнитного импульса, инфразвуковое, генетическое, этническое.

Современное обычное оружие. Современные боеприпасы (осколочные, шариковые, фугасные, зажигательные) по своей мощности и поражающим факторам можно отнести к средствам массового поражения. Особенностью таких боеприпасов является огромное количество (сотни и тысячи) осколков (шариков, иголок и пр.) массой от долей грамма до нескольких граммов.

Размеры шариковых противопехотных боеприпасов могут быть от теннисного до футбольного мяча и содержать около 300 металлических или пластмассовых шариков диаметром 5-6 мм. Радиус поражения такой бомбы зависит от калибра и составляет от 1,5 до 15 метров.

С самолетов *шариковые бомбы* сбрасываются в специальных упаковках (кассетах), содержащих 96–640 бомб. От действия вышибного заряда кассета над землей разрушается, а разлетающиеся шариковые бомбы взрываются на площади до 250 тыс. м². В качестве защиты от осколочных и шариковых бомб используются естественные укрытия и любые защитные сооружения.

Фугасные боеприпасы предназначены для поражения ударной волной и осколками больших наземных объектов (промышленных, административных, железнодорожных узлов). Фугасные бомбы бывают массой от 50 кг до 10 т и доставляются к цели самолетами-штурмовиками.

Боеприпасы объёмного взрыва предназначаются для поражения воздушной ударной волной и огнём зданий, сооружений, техники и живой силы противника. Изготавливают их в виде кассет. В этих боеприпасах используются особые газовоздушные смеси, содержащие пропандиен, пропан

с добавкой бутана и др. Принцип действия этих боеприпасов основан в распылении в воздухе аэрозолей с последующим подрывом образовавшегося облака. В результате взрыва в очаге поражения возникает избыточное давление до 3000 кПа, что вызывает полное уничтожение сооружений и живой силы противника на больших площадях. Защита людей обеспечивается укрытием в защитных сооружениях с режимом полной изоляции. По существу, мощность взрыва объёмного боеприпаса крупного калибра сопоставима с мощностью взрыва тактического ядерного боеприпаса малой мощности.

Зажигательное оружие – это оружие, поражающее действие которого на людей, технику и другие объекты основано на воздействии высоких температур. Оно включает в себя зажигательные вещества и средства их применения. Зажигательные вещества подразделяются на три основные группы: составы на основе нефтепродуктов, металлизированные зажигательные смеси, термиты и термитные составы.

Кроме этого, еще используется обычный или пластифицированный фосфор, щелочные металлы и самовоспламеняющиеся смеси. Наиболее эффективной огнесмесью считается напалм. Его основу составляет бензин (90–97%) и порошок загуститель (3–10%). Напалм отличается высокой воспламеняемостью и повышенной прилипаемостью даже к влажным поверхностям. Он способен создавать высокотемпературный очаг (1000–1200°C) с длительностью горения 5–10 минут. Напалм легче воды, поэтому горит на водной поверхности. Даже 1 грамм горячей смеси способен вызвать тяжелое поражение при попадании на незащищённую кожу.

Первый воздушный налёт с использованием напалма осуществили США в марте 1945 года на город Токио. Пламя разразившегося сильного пожара поднималось так высоко, что его было видно на расстоянии 300 км. Оказалось, что даже атомная бомба ни по количеству убитых, ни по количеству уничтоженного имущества не может сравниться по своей разрушительной силе с этой массовой воздушной атакой зажигательными бомбами.

Термитные составы – спрессованный порошок окиси железа и алюминия в виде брикетов. Горящий термит разогревается до температуры более 3000°C. При такой температуре разрушается бетон и кирпич, горят железо и сталь. Воспламеняются термитные сплавы специальными зажигательными устройствами.

Пирогель – тестообразная липкая масса серого цвета. Огнемасса получается путём добавления в напалм порошка магнезия, жидкого асфальта и тяжелых масел. Пирогель горит примерно 3–4 минуты с температурой более 1600°C и способен прожигать тонкие слои металла.

Белый фосфор – твердое ядовитое вещество с желтым оттенком, похожее на воск. На воздухе самовоспламеняется при температуре 34–35°C, температура горения достигает 1200°C. Средствами применения зажигательного оружия могут быть авиационные бомбы, кассеты, артиллерийские зажигательные боеприпасы, мины, огнеметы и пр.

4.6 Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС)

Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ГСЧС) – это система, объединяющая республиканский орган государственного управления, осуществляющий управление в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной, промышленной и радиационной безопасности, гражданской обороны (далее – республиканский орган государственного управления по чрезвычайным ситуациям), другие республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы, обеспечивающие планирование, организацию, исполнение мероприятий по защите населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и подготовку к проведению мероприятий гражданской обороны.

Состав и структура ГСЧС

Построение ГСЧС осуществляется по административно-территориальному, отраслевому и производственному принципам.

ГСЧС образуют Комиссия по чрезвычайным ситуациям при совете Министров Республики Беларусь, республиканский орган государственного управления по чрезвычайным ситуациям, территориальные и отраслевые подсистемы, входящие в них звенья. ГСЧС имеет четыре уровня: республиканский, территориальный, местный и объектовый. Каждый уровень ГСЧС имеет координирующие органы, органы управления по чрезвычайным ситуациям, силы и средства, информационно-управляющую систему и резервы материальных ресурсов.

Основные задачи ГСЧС

Основными задачами системы являются:

- ведение мониторинга, прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- оповещение населения, органов власти и управления о чрезвычайных ситуациях;
- проведение комплекса мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению экологической безопасности;
- организация защиты населения в чрезвычайных ситуациях;
- реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения от источников чрезвычайных ситуаций;
- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;
- подготовка сил и средств ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- планирование, организация и проведение спасательных и других неотложных работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- оценка материального ущерба от источников чрезвычайных ситуаций и подготовка предложений Правительству о выделении материальных и финансовых средств на ликвидацию последствий и возмещение ущерба;
- координация действий различных органов управления в чрезвычайных ситуациях;
- проведение комплекса мероприятий по обеспечению устойчивости работы объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях;
- обучение населения действиям в чрезвычайных ситуациях;
- сотрудничество с международными организациями и другими государствами по проблемам защиты населения, объектов экономики и природной среды в чрезвычайных ситуациях.

Организационная схема органов управления, сил и средств ГСЧС включает: координирующие органы, органы управления по чрезвычайным ситуациям, силы и средства, информационно-управляющую систему и резервы материальных ресурсов.

Координирующие органы и их задачи

Координирующими органами ГСЧС являются комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) на всех уровнях. Рабочим органом КЧС является структурное подразделение (отдел, сектор). Руководитель указанного подразделения является секретарем комиссии по должности и на него возлагается планирование, организация и контроль выполнения принятых комиссией решений, техническое обеспечение работы комиссии, координации деятельности комиссий по ЧС нижестоящего уровня.

Основными задачами КЧС территориальных подсистем и их звеньев являются:

- координация деятельности и взаимодействие с КЧС районов (городов), организаций (объектов);
- разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечению надежности работы потенциально опасных объектов в условиях ЧС и контроль за выполнением этих мероприятий;
- организация наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды и потенциально опасных объектов, прогнозирования ЧС;
- обеспечение готовности органов управления, сил и средств территориальной подсистемы к действиям в ЧС, контроль состояния готовности пунктов управления;
- участие в организации и осуществлении мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;
- участие в разработке нормативных правовых актов и иных правовых актов в области защиты населения и территорий в ЧС;
- участие в разработке и осуществлении целевых и научно-технических

программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций в ЧС, организация разработки и реализации программ по предупреждению и ликвидации ЧС;

- организация финансирования мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;

- организация создания резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- организация взаимодействия КСЧ с органами военного управления и общественными объединениями по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС;

- координация работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, привлечению сил и средств, трудоспособного населения к этим работам;

- организация и обеспечение проведения работ по оценке экономического и экологического ущерба, нанесенного в результате ЧС;

- планирование и организация эвакуации населения, размещение эвакуированных и возвращение их после ликвидации ЧС в места постоянного проживания;

- организация сбора и обмена информацией в области защиты населения и территорий в ЧС;

- организация подготовки населения к действиям в ЧС.

Основными задачами КЧС отраслевых подсистем являются:

- координация деятельности КЧС подчиненных организаций, взаимодействие с КЧС территориального уровня по предупреждению и ликвидации ЧС;

- участие в разработке и осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций;

- организация работ по созданию локальных систем контроля и оповещения на подчиненных опасных производственных объектах;

- обеспечение готовности органов управления, сил и средств отраслевых подсистем ГСЧС к действиям при ЧС, координация и руководство работами по ликвидации ЧС на подчиненных объектах, включая эвакуацию работников объектов;

- участие в организации и осуществлении мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;

- обеспечение выполнения мероприятий по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ при ЧС в пределах своей компетенции;

- организация создания отраслевых резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- организация финансирования мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;

- организация и обеспечение проведения работ по оценке экономического и экологического ущерба, нанесенного отрасли в результате

ЧС;

- участие в осуществлении мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего в ЧС;

- участие в разработке отраслевых норм и правил безопасности производства, технологических процессов, а также правил защиты работников организаций от источников ЧС;

- организация подготовки руководящего состава, сил и средств, а также работников подчиненных организаций к действиям в ЧС;

- организация работы по подготовке к аттестации спасателей отрасли.

Основными задачами КЧС организаций (объектов) являются:

- разработка и организация осуществления мероприятий по предупреждению ЧС, повышению устойчивости функционирования организаций и обеспечению жизнедеятельности работников в ЧС;

- организация работы по созданию на потенциально опасных объектах локальных систем раннего обнаружения и оповещения, поддержание их в готовности;

- участие в организации и осуществлении мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;

- обеспечение готовности органов управления, сил и средств организации (объекта) к действиям при чрезвычайных ситуациях, руководство ликвидацией ЧС и эвакуацией работников объекта;

- создание производственных резервов, финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- организация финансирования мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;

- создание объектовых резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- обеспечение подготовки руководящего состава, сил и средств, а также работников объекта к действиям в ЧС.

Органы повседневного управления по чрезвычайным ситуациям

Органами повседневного управления по ЧС являются:

- на республиканском уровне – МЧС, отделы (секторы) по ЧС республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь;

- на территориальном уровне – областные и Минское городское управления МЧС;

- на местном уровне – районные (городские) отделы по ЧС областных и Минского городского управления МЧС;

- на объектовом уровне – структурные подразделения организации (объекта) - отделы, секторы или отдельные работники, занимающиеся вопросами гражданской обороны и ЧС.

В целях устойчивого управления системой ГСЧС вышеперечисленные органы оснащаются средствами связи, обработки и передачи информации, необходимой оргтехникой.

Оперативное управление и информационное обеспечение ГСЧС осуществляется информационно-управляющей системой, в состав которой входят:

- Республиканский центр управления и реагирования на ЧС при МЧС; информационные центры министерств и ведомств;
- центры оперативного управления областных и Минского городского управлений по ЧС;
- центры оперативного управления и реагирования на чрезвычайные ситуации районных и городских отделов по ЧС;
- диспетчерские пункты (районные узлы связи, дежурно-диспетчерские службы) районов, городов и объектов.

В зависимости от обстановки, масштабов прогнозируемой или возникшей ЧС, руководитель исполнительного и распорядительного органа области (г. Минска), района (города) устанавливает в границах подведомственной территории необходимый режим функционирования ГСЧС. Ими могут быть (таблица 4.2):

- *режим повседневной деятельности* – при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической, сейсмической и гидрологической обстановке;
- *режим повышенной готовности* – при ухудшении этих составляющих или получении прогноза о возможной ЧС;
- *режим чрезвычайной ситуации* – при возникновении и во время ликвидации ЧС.

Таблица 4.2 – Режимы функционирования ГСЧС

Режим повседневной деятельности	Режим повышенной готовности	Режим чрезвычайной ситуации
• ведение мониторинга и прогнозирования ЧС; • планирование и выполнение целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению ЧС, обеспечению безопасности и защиты населения, сокращению возможных потерь и ущерба от источников ЧС, а также по повышению устойчивости работы объектов в ЧС;	• создание КЧС оперативных групп для выявления причин ухудшения обстановки в районе возможной ЧС и выработки предложений по ее нормализации; • уточнение планов защиты населения и территорий в ЧС областей (районов), городов, государственных органов и организаций, и планов ликвидации аварийных ситуаций	• частичное или полное введение в действие планов защиты населения и территорий в ЧС областей (районов), городов, органов и организаций, и планов ликвидации и предупреждения ЧС; • выдвижение оперативных групп в район ЧС; • организация ликвидации ЧС; • организация работ по обеспечению

•совершенствование подготовки органов управления, сил и средств ГСЧС к действиям в ЧС, организация обучения населения способам защиты и действиям в ЧС; •создание и восполнение резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС; •осуществление всех видов страхования.	- организаций; •усиление дежурной и диспетчерской служб; •ведение мониторинга и прогнозирования ЧС; •проведение первоочередных мероприятий по организации жизнеобеспечения населения и защите окружающей среды, по обеспечению устойчивого функционирования объектов; •приведение в состояние готовности, уточнение планов действий и выдвижение в предполагаемый район ЧС сил и средств ГСЧС.	- устойчивого функционирования в ЧС отраслей экономики и объектов, полному жизнеобеспечению пострадавшего населения; •непрерывное ведение мониторинга и прогнозирования ЧС.

Руководство работами по ликвидации ЧС осуществляют КЧС и органы повседневного управления по ЧС соответствующих уровней при их возникновении. При этом вышестоящая КЧС может взять на себя координацию или руководство работами по ликвидации этой ЧС и оказать необходимую помощь. При недостаточности имеющихся сил и средств могут привлекаться силы и средства других министерств и ведомств. При необходимости из состава КЧС могут формироваться оперативные группы МЧС и КЧС всех уровней.

Силы и средства ГСЧС В состав сил и средств ГСЧС входят силы и средства ликвидации ЧС, система мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера.

Силы ликвидации ЧС состоят из:

- подразделений по ЧС;
- территориальных и объектовых невоенизированных формирований гражданской обороны;
- организаций и подразделений экстренной медицинской помощи Министерства здравоохранения;
- организаций ветеринарной службы и станций защиты растений Министерства сельского хозяйства и продовольствия;
- аварийно-спасательных служб республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций,

подчиненных Правительству Республики Беларусь, создающих отраслевые подсистемы ГСЧС;

- территориальных и объектовых аварийно-спасательных служб;
- специализированных подразделений, создаваемых на базе объединений, организаций строительного комплекса.

Решениями руководителей организаций могут создаваться нештатные аварийно-спасательные службы, предназначенные для ликвидации ЧС.

По плану взаимодействия для ликвидации ЧС могут привлекаться силы и средства Вооруженных сил, других войск и воинских формирований.

К средствам ликвидации ЧС относятся специальные средства, предназначенные для организации, проведения и обеспечения аварийно-спасательных работ, в том числе средства связи и управления, аварийно-спасательная техника, оборудование, инструменты, средства индивидуальной защиты, снаряжение и другое имущество, а также методические материалы, видео-, кино-, фотоматериалы по технологии аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации ЧС, информационные базы данных и другие средства.

4.7 Гражданская оборона, ее структура и основные задачи

Гражданская оборона – система общегосударственных мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Республики Беларусь от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также в чрезвычайных ситуациях различного характера. Для реализации принципа единоначалия отдельные структуры ГСЧС и МЧС становятся штабами ГО, а отдельные службы – службами ГО.

Основными задачами ГО в мирное и военное время являются:

- планирование и организация мероприятий по ГО;
- оповещение населения об опасностях, возникающих в мирное и военное время;
- эвакуация людей, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
- предоставление населению средств коллективной и индивидуальной защиты (убежища, противогазы и др.);
- инженерная, радиационная, химическая, медико-биологическая и противопожарная защита населения в ЧС и в военное время;
- защита источников воды, продовольствия, пищевого сырья, фуража, сельскохозяйственных животных и растений от радиоактивного, химического и биологического заражения;
- подготовка экономики к устойчивому функционированию в военное время и в ЧС;
- подготовка нештатных формирований ГО для действий в ЧС мирного и военного времени;

- организация и проведение аварийно-спасательных, др. неотложных работ в ЧС и в военное время;
- жизнеобеспечение пострадавшего населения;
- срочное захоронение трупов;
- всеобщее обучение населения способам защиты в ЧС;
- обеспечение мобилизационной готовности населения;
- участие в ликвидации ЧС мирного и военного времени.

ГО организуется по территориально-производственному принципу, т.е. начальниками ГО являются первые лица исполнительных органов власти и руководители объектов. В структуры ГО входят как органы, выполняющие прямые функции, так и структуры двойного назначения.

Организация гражданской обороны объекта

Начальником ГО объекта является руководитель объекта. По вопросам ГО ему подчинены: заместители, комиссия по ЧС (на крупных объектах), отдел (сектор, работники) по ГО и ЧС, нештатная эвакуационная комиссия, службы (убежищ и укрытий, противорадиационной и противохимической защиты, материально-технического снабжения, аварийно-техническая, связи, медицинская, транспортная, противопожарная), нештатные формирования общего назначения и формирования служб. В зависимости от типа объекта отдельные службы и формирования могут отсутствовать, а службы могут быть как прямого, так и двойного назначения. Кроме того, на особо важных объектах могут быть комиссии по повышению устойчивости функционирования производства в ЧС военного времени, служба наблюдения и лабораторного контроля (охраны окружающей среды), дежурно-диспетчерская служба, информационного обеспечения и др.

Ведение ГО в полном объеме начинается с момента объявления состояния войны. В мирное время все органы исполнительной власти и организаций обязаны планировать и проводить установленные мероприятия по гражданской обороне, в том числе обучать невоенизированные формирования.

Невоенизированные формирования ГО создаются на предприятиях, в некоторых организациях и учреждениях по решению Правительства. В мирное время эти формирования привлекаются для ликвидации ЧС только в случаях, когда сил быстрого реагирования недостаточно. С объявлением военного положения они становятся основными силами для ликвидации ЧС военного времени. Невоенизированные формирования имеют различную структуру, назначение, состав, могут быть оснащены различной техникой, приборами и имуществом. В невоенизированные формирования обычно зачисляются: мужчины в возрасте от 16 до 60 лет, женщины – от 16 до 55 лет, за исключением беременных и имеющих детей до 8 лет. В состав невоенизированных формирований не включаются инвалиды первой и второй группы. Подготовка этих формирований к проведению спасательных и других работ производится по специальным программам непосредственно на объектах, а командно-начальствующий состав – и в учебных центрах

(курсах ГО).

Организационно формирования состоят из отрядов (220–375 человек, отряды – из команд (90–120 человек), команды – из групп (14–60 человек), группы – из звеньев (4–8 человек). Могут также быть отдельные команды и группы. В связи с совершенствованием системы ГО могут быть изменения, как в структуре, так и в составе невоенизированных формирований. Невоенизированные формирования классифицируют:

по назначению – на формирования общего назначения и формирования служб; *по подчиненности* – на территориальные и объектовые; *по степени готовности* – на обычной готовности (на сбор формирования отводится до 24 часов) и повышенной готовности (на сбор формирования отводится до 6 часов).

Функции министерств, других республиканских органов государственного управления по защите населения и территорий в чрезвычайных ситуациях

В ГСЧС основными министерствами, несущими ответственность за предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций, являются: Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС), Министерство здравоохранения, Министерство внутренних дел, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство лесного хозяйства, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство иностранных дел, Министерство связи и информатизации, Министерство транспорта и коммуникаций, Министерство финансов.

Министерство по чрезвычайным ситуациям является ведущим и координирующим министерством по чрезвычайным ситуациям. В процессе реорганизации МЧС отдельные структуры и их задачи могут быть изменены.

Основными задачами МЧС являются:

- реализация государственной политики в сфере предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера;
- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;
- разработка проектов государственных программ по защите населения и территорий от источников ЧС, их прогнозированию, предупреждению и ликвидации;
- координация функционирования системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;
- организация оповещения руководящего состава, территориальных и отраслевых подсистем ГСЧС, КЧС, а также населения о возникших авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и информирование о ходе ликвидации их последствий;
- осуществление государственной экспертизы, государственного надзора и контроля в области защиты населения и территорий от источников ЧС природного и техногенного характера;

- организация специальной подготовки руководящих кадров координирующих органов и органов управления по чрезвычайным ситуациям аварийно-спасательных служб, обучение населения способам защиты и действиям в ЧС, контроль за созданием материальных резервов;

- организация ликвидации последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, тушение пожаров, спасение людей;

- регистрация и учет потенциально опасных объектов и производств;

- установление норм правил и требований по обеспечению технической, ядерной и радиационной безопасности, охраны недр, перевозки опасных грузов в целях предупреждения ЧС.

Министерство внутренних дел в ГСЧС выполняет следующие функции:

- обеспечение общественного порядка при возникновении ЧС, организация оцепления и пропускного режима зон заражения (разрушения), охраны материальных и культурных ценностей при ЧС, а также личного имущества граждан в зонах временного отселения;

- участие в ликвидации ЧС и восстановительных работах, в эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, осуществление охраны объектов, обеспечивающих устойчивое функционирование экономики и выживание населения в особый период.

Министерство здравоохранения в ГСЧС выполняет следующие задачи:

- организация и осуществление контроля за санитарной и эпидемиологической обстановкой в республике;

- прогнозирование и оценка эпидемиологической обстановки в районах ЧС, разработка и осуществление противоэпидемических мероприятий;

- обеспечение готовности специализированных формирований экстренной медицинской помощи, организация работ по ее оказанию в районах ЧС;

- создание запасов медицинского имущества и лекарст. средств, необходимых для ликвидации ЧС;

- координация работ по эвакуации пострадавших и больных из зон ЧС;

- сбор, обобщение, анализ и представление в органы повседневного управления ГСЧС данных о пострадавших и больных в зонах ЧС;

- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;

- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;

- участие в разработке методических основ обучения и подготовки населения к оказанию первой медицинской помощи при ЧС.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия в ГСЧС Минсельхозпрод выполняет следующие функции:

- организация взаимодействия с местными исполнительными и распорядительными органами в решении вопросов: контроля и ликвидации эпизоотий и эпифитотий, радиационного контроля сельскохозяйственных

угодий, сырья и продукции, а также рационального ведения сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения;

- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;

- осуществление мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на подведомственных объектах;

- поддержание в постоянной готовности к действиям в ЧС сил и средств станций защиты растений и ветеринарной службы отрасли;

- проведение комплекса мер по обеспечению безаварийной работы мелиоративных систем в ЧС;

- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;

- проведение научно-исследовательских работ по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС в сельском хозяйстве.

В ГСЧС Министерство лесного хозяйства (Минлесхоз) выполняет следующие функции:

- прогнозирование возможности возникновения ЧС в лесном фонде республики;

- организация и обеспечение проведения мероприятий по предотвращению ЧС, связанных с пожарами в лесном фонде, а также с массовым распространением болезней и вредителей лесной растительности;

- координация деятельности местных исполнительных и распорядительных органов при организации тушения лесных и других пожаров, а также при проведении связанных с пожарами первоочередных аварийно-спасательных работ;

- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;

- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;

- организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на объектах энергетики, топливной промышленности и газового хозяйства, магистральных газопроводов;

- поддержание в постоянной готовности к действиям специализированных формирований отрасли, предназначенных для ликвидации ЧС.

Министерство промышленности, Министерство энергетики в ГСЧС они выполняют следующие функции:

- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;

- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;
- организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС в подведомственных организациях;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ силами отраслевых специализированных аварийно-спасательных подразделений;
- поддержание в постоянной готовности к действиям отраслевых специализированных аварийно-спасательных подразделений, предназначенных для ликвидации ЧС.

В ГСЧС Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Минприроды) решает следующие задачи:

- организация и осуществление наблюдений за состоянием окружающей среды и ее загрязнением, в том числе ЧС;
- организация и осуществление контроля в области окружающей среды, проведение экологической экспертизы, в том числе при ЧС;
- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;
- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий гражданской обороны;
- организация и участие в работах по отнесению отдельных участков территории к зонам экологического риска;
- участие в выработке мер по предупреждению и ликвидации ЧС;
- поддержание в постоянной готовности сил и средств наблюдения и контроля, входящих в сеть наблюдения и лабораторного контроля;
- принятие мер по возмещению ущерба, причиненного окружающей среде, юридическим и физическим лицам в результате ЧС.

В ГСЧС Комитет Государственной безопасности (КГБ) решает следующие задачи:

- выявление планов, намерений и конкретных действий преступных групп и отдельных лиц по проведению актов терроризма;
- осуществление в пределах своих полномочий мероприятий по обеспечению безопасности в условиях ЧС;
- обеспечение участия сил и средств органов КГБ в расследовании причин возникновения ЧС техногенного характера.

В ГСЧС Министерство жилищно-коммунального хозяйства (Минжилкомхоз) решает следующие задачи:

1. Организация взаимодействия с местными исполнительными органами власти в решении вопросов:

- подготовки неработающего населения к действиям в ЧС;
- осуществление мероприятий, направленных на защиту населения от последствий аварий и катастроф, стихийных и экологических бедствий;
- проведение наблюдения, анализа и оценки состояния и изменения

источников ЧС в рамках системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;

- поддержание в постоянной готовности сил и средств отрасли к действиям при ликвидации ЧС;
- участие в проведении аварийно-восстановительных работ при ликвидации последствий ЧС;
- участие в организации жизнеобеспечения пострадавшего населения;
- организация и осуществление мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на объектах, входящих в состав отрасли;

2. Организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий ГО.

3. Разработка методологии проведения расчетов ущерба и потребности в материально-технических ресурсах при ликвидации последствий ЧС.

Департамент по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в ГСЧС решает следующие задачи:

- проведение радиационно-экологического и гидрометеорологического мониторинга с оценкой степени загрязнения природной среды и состояния погодно-климатической и гидрологической обстановки на территории республики;
- прогнозирование стихийных гидрометеорологических явлений, которые могут привести к ЧС, выявление мест радиационного и химического загрязнения природной среды, информирование об этом органов государственного управления и населения;
- обеспечение постоянной готовности сил и средств наблюдения и контроля, входящих в сеть наблюдения и лабораторного контроля ГСЧС;
- организация и осуществление оперативного контроля и прогнозирования зон распространения радиоактивного и химического загрязнения в районах ЧС.

Кроме рассмотренных, в работе ГСЧС участвуют: Министерство обороны, Управление железнодорожных войск, Министерство архитектуры и строительства, Министерство образования, Государственный комитет по науке и технологиям, Министерство труда и социальной защиты, Белорусская государственная страховая организация, Министерство торговли, Государственный таможенный комитет, Государственный комитет пограничных войск.

При ликвидации ЧС природного и техногенного характера основные работы выполняют специалисты МЧС. При ликвидации биолого-социальных ЧС, вызванных инфекционными заболеваниями людей, основные работы выполняют специалисты Министерства здравоохранения. При ликвидации биолого-социальных ЧС, вызванных инфекционными заболеваниями домашних и сельскохозяйственных животных, поражениями сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями, основные работы выполняют специалисты Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Ситуации экологического неблагополучия контролируют

специалисты Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства здравоохранения.

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5 Физическая природа радиоактивности и источники радиационной опасности

5.1 Общие сведения об атоме и атомном ядре. Явление радиоактивности

Все что мы видим вокруг, что нас окружает, состоит из молекул, которые в свою очередь состоят из атомов. Атомы состоят из еще более мелких частиц - нейтронов, протонов, электронов. Одна молекула может содержать несколько различных атомов, количество и вид которых определяет химические и физические свойства вещества.

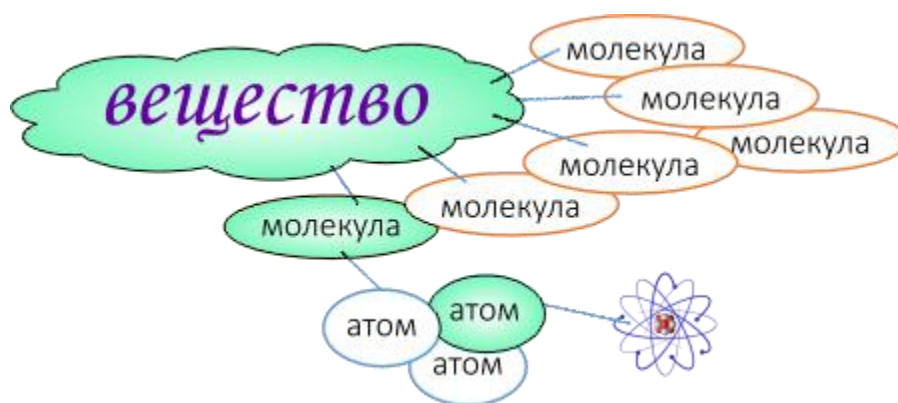


Рисунок 5.1 – Строение вещества

Структура любого атома похожа на миниатюрную модель солнечной системы, у которой в центре расположено ядро, состоящее из нейтронов и протонов, а вокруг ядра вращаются электроны. Каждая частица атома имеет свой заряд: *электрон* - отрицательный; *протон* - положительный; *нейтрон* - нейтрален. *В нормальном состоянии атом имеет нейтральный заряд, так как количество электронов и протонов всегда одинаковое.*

От количества протонов в ядре атома зависит к какому химическому элементу относится сам атом. У одного и того же химического элемента в ядре атома может содержаться различное количество нейтронов. Например, атом водорода в своем ядре может содержать один или два протона, либо вообще не содержать протонов. При этом все три вида вещества будут относиться к одному химическому элементу - водороду, но будут иметь разные физические свойства. Подобные элементы называются *изотопами* элемента. Группа изотопов одного элемента называется - *нуклидами*.

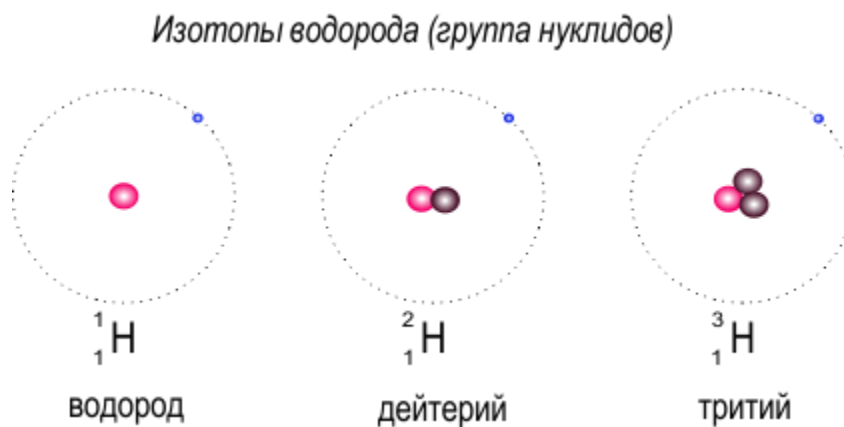


Рисунок 5.2 – Изотопы водорода (группа нуклидов)

Значительная часть изотопов из-за своей сложной структуры и большого количества элементов в ядре атома, имеют не стабильную структуру и как следствие непродолжительное время существования. Если в ядре атома количество протонов и нейтронов сильно различается, то такой элемент является нестабильным. В результате одни элементы распадаются, образуя более простые элементы, а те в свою очередь так же могут распадаться на еще более простые и стабильные элементы. Данный процесс называется **радиоактивным распадом вещества**, а время, за которое часть вещества распадается, называется **периодом полураспада вещества**. Одни элементы могут оставаться стабильными миллиарды лет, другие могут существовать лишь тысячные доли секунды. Процесс распада в природе происходит по определённым цепочкам, от одного вещества к другому на протяжении всего существования материи.

Существует и обратный процесс, когда из более простых веществ, образуются более сложные вещества - данный процесс называется **синтезом**. Подобные процессы происходят в звездах и других небесных телах, в которых протекают активные термоядерные реакции. Например, в нашем солнце один из основных процессов – это слияние молекул водорода и образование из них молекул гелия.

5.2 Закон радиоактивного распада

Радиоактивный распад является принципиально статистическим явлением. Нельзя предсказать, в какой момент времени распадется то или иное возбужденное ядро. Но можно с высокой степенью точности указать, какая часть нестабильных ядер распадется за определенный промежуток времени. Выявляемые в радиоактивном распаде закономерности носят вероятностный характер и выполняются тем точнее, чем более велико число радиоактивных ядер.

Пусть в момент времени t имеется N одинаковых радиоактивных ядер. Будем считать, что ядра распадаются независимо друг от друга. Обозначим через λ вероятность распада ядра в единицу времени - эта величина

называется постоянной распада. Смысл λ заключается в том, что из N нестабильных ядер в единицу времени распадается в среднем λN ядер. Тогда к моменту времени $t + dt$ число радиоактивных ядер изменится (уменьшится) на $dN = -\lambda N dt$.

Интегрируя по времени и считая, что постоянная распада λ не зависит от времени, получаем

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

где N - число нераспавшихся ядер в момент времени t , N_0 - число нераспавшихся ядер в начальный момент времени $t = 0$.

Это соотношение выражает закон радиоактивного распада: **число нераспавшихся ядер убывает с течением времени по экспоненциальному закону.**

Число ядер, испытавших радиоактивный распад за время t , равно

$$N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

Период полураспада радиоактивных веществ ($T_{1/2}$) – время, в течение которого в результате радиоактивного распада первоначальное количество ядер данного радиоактивного вещества уменьшается в два раза.

Таблица 5.1 – Периоды полураспадов радиоактивных веществ

Радионуклид	$^{137}_{55}\text{Cs}$	$^{40}_{19}\text{K}$	$^{90}_{38}\text{Sr}$	$^{131}_{53}\text{I}$	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{232}_{90}\text{Th}$
$T_{1/2}$	30,17 лет	$1,24 \cdot 10^9$ лет	28,4 лет	8,04 суток	$4,47 \cdot 10^9$ лет	$7,038 \cdot 10^8$ лет	$1,405 \cdot 10^{10}$ лет

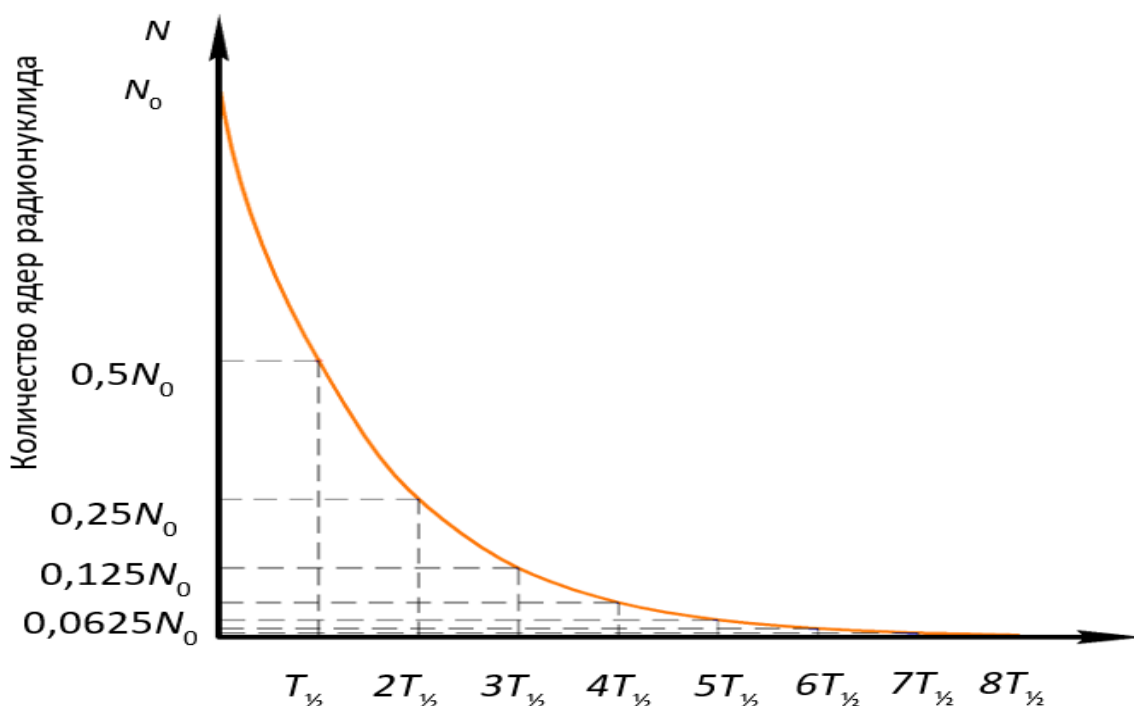


Рисунок 5.3 – Закон радиоактивного распада

5.3. Активность и единицы её измерения

Активность (A) - мера интенсивности распада радионуклида (скорость распада ядер) и определяется как количество распадов ядер атомов радиоактивного вещества в единицу времени.

Из физического смысла λ и определения A следует, что

$$A = \lambda N = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

где $A = \lambda N_0$ — активность радиоактивного препарата в момент времени $t = 0$.

Активность источника выражается формулой:

$$A_n = \frac{\ln 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot m}{A \cdot T_{1/2}}$$

где A_n – активность радионуклида, Бк; m – масса радионуклида, г; A – массовое число радионуклида; $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида, с.

Единица измерения активности в Международной системе единиц (СИ) – Беккерель (Бк, Bq) - равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за время 1 секунда происходит 1 радиоактивный распад

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/сек.}$$

Внесистемная единица измерения активности – Кюри (Ки) - равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за время 1 секунду происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ распадов,

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$$

$$1 \text{ мКи} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Бк} = 37 \text{ МБк};$$

$$1 \text{ мкКи} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк} = 37 \text{ кБк.}$$

Активностью в 1 Ки обладает 1 г радия и активность 1 грамма Ra была принята за единицу измерения Кюри.

Для характеристики загрязненности продуктов питания, воды, строительных материалов, почвы используется:

<u>удельная активность</u>	$A_m = A_{уд} = \frac{A_n}{m}$	$\frac{\text{Бк}}{\text{кг}}$	$\frac{\text{Ки}}{\text{кг}}$
<u>объемная активность</u>	$A_v = A_{об} = \frac{A_n}{V}$	$\frac{\text{Бк}}{\text{м}^3}$	$\frac{\text{Ки}}{\text{м}^3}$
<u>поверхностная активность</u>	$A_s = A_{пов} = \frac{A_n}{S}$	$\frac{\text{Бк}}{\text{м}^2}$	$\frac{\text{Ки}}{\text{км}^2}$

где m и V соответственно масса и объем пробы с активностью A_n
 S – площадь загрязненной поверхности.

Рисунок 5.4 – Виды активности

5.4. Виды ионизирующих излучений и их основные свойства

В процессе распада вещества или его синтеза происходит выброс элементов атома (протонов, нейтронов, электронов, фотонов), иначе можно сказать происходит излучение этих элементов. Подобное излучение называют - ионизирующее излучение или что чаще встречается радиоактивное излучение, или еще проще радиация. К ионизирующим излучениям относится так же рентгеновское и гамма излучение.

Ионизация - это процесс образования положительно или отрицательно заряженных ионов или свободных электронов из нейтрально заряженных атомов или молекул.

Радиоактивное (ионизирующее) излучение можно разделить на несколько типов, в зависимости от вида элементов из которого оно состоит.

Разные виды излучения вызваны различными микрочастицами и поэтому обладают разным энергетическим воздействием на вещество, разной способностью проникать сквозь него и как следствие различным биологическим действием радиации.

клетках живого организма, помимо ионизации, альфа излучение разрушает ткани, приводя к различным повреждениям живых клеток.

Из всех видов радиационного излучения, альфа излучение обладает наименьшей проникающей способностью, но последствия облучения живых тканей данным видом радиации наиболее тяжелые и значительные по сравнению с другими видами излучения.

Облучение альфа-излучением может произойти при попадании радиоактивных элементов внутрь организма, например, с воздухом, водой или пищей, а также через порезы или ранения. Попадая в организм, данные радиоактивные элементы разносятся током крови по организму, накапливаются в тканях и органах, оказывая на них мощное энергетическое воздействие. Поскольку некоторые виды радиоактивных изотопов, излучающих альфа-излучение, имеют продолжительный срок жизни, то попадая внутрь организма, они способны вызвать в клетках серьезные изменения и привести к перерождению тканей и мутациям.

Радиоактивные изотопы фактически не выводятся с организма самостоятельно, поэтому попадая внутрь организма, они будут облучать ткани изнутри на протяжении многих лет, пока не приведут к серьезным изменениям. Организм человека не способен нейтрализовать, переработать, усвоить или утилизировать, большинство радиоактивных изотопов, попавших внутрь организма.

Бета излучение

излучаются: электроны или позитроны

проникающая способность: средняя

облучение от источника: до 20 м

скорость излучения: 300 000 км/с

ионизация: от 40 до 150 пар ионов на 1 см пробега.

биологическое действие радиации: среднее

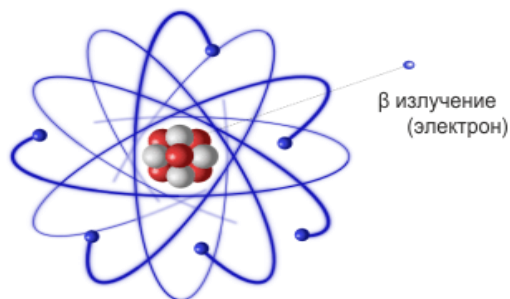


Рисунок 5.7 – Бета (β) излучение

Бета (β) излучение возникает при превращении одного элемента в другой, при этом процессы происходят в самом ядре атома вещества с изменением свойств протонов и нейтронов.

При бета излучении, происходит превращение нейтрона в протон или протона в нейтрон, при этом превращении происходит излучение электрона или позитрона (античастица электрона), в зависимости от вида превращения. Скорость излучаемых элементов приближается к скорости света и примерно равна 300 000 км/с. Излучаемые при этом элементы называются бета частицы.

Имея изначально высокую скорость излучения и малые размеры излучаемых элементов, бета излучение обладает более высокой проникающей способностью чем альфа излучение, но обладает в сотни раз

меньшей способностью ионизировать вещество по сравнению с альфа излучением.

Бета излучение с легкостью проникает сквозь одежду и частично сквозь живые ткани, но при прохождении через более плотные структуры вещества, например, через металл, начинает с ним более интенсивно взаимодействовать и теряет большую часть своей энергии передавая ее элементам вещества. Металлический лист в несколько миллиметров может полностью остановить бета излучение.

Если альфа излучение представляет опасность только при непосредственном контакте с радиоактивным изотопом, то бета излучение в зависимости от его интенсивности, уже может нанести существенный вред живому организму на расстоянии нескольких десятков метров от источника радиации.

Если радиоактивный изотоп, излучающий бета излучение попадает внутрь живого организма, он накапливается в тканях и органах, оказывая на них энергетическое воздействие, приводя к изменениям в структуре тканей и со временем вызывая существенные повреждения.

Некоторые радиоактивные изотопы с бета излучением имеют длительный период распада, то есть попадая в организм, они будут облучать его годами, пока не приведут к перерождению тканей и как следствие к раку.

Нейтронное излучение

излучаются: нейтроны

проникающая способность: высокая

облучение от источника: километры

скорость излучения: 40 000 км/с

ионизация: от 3000 до 5000 пар ионов на 1 см пробега.

биологическое действие радиации: высокое

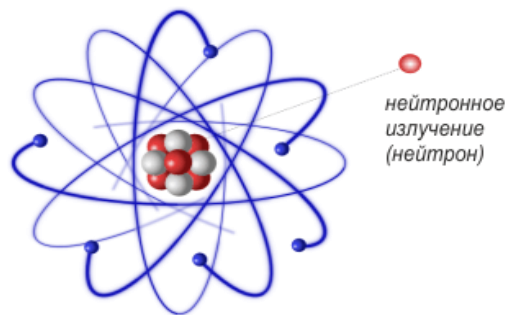


Рисунок 5.8 – Нейтронное излучение

Нейтронное излучение - это техногенное излучение, возникающее в различных ядерных реакторах и при атомных взрывах.

Не обладая зарядом, нейтронное излучение сталкиваясь с веществом, слабо взаимодействует с элементами атомов на атомном уровне, поэтому обладает высокой проникающей способностью. Остановить нейтронное излучение можно с помощью материалов с высоким содержанием водорода, например, емкостью с водой. Так же нейтронное излучение плохо проникает через полиэтилен.

Нейтронное излучение при прохождении через биологические ткани, причиняет клеткам серьезный ущерб, так как обладает значительной массой и более высокой скоростью чем альфа излучение.

Гамма излучение

излучаются: энергия в виде фотонов
проникающая способность: высокая
облучение от источника: до сотен метров
скорость излучения: 300 000 км/с
ионизация: от 3 до 5 пар ионов на 1 см пробега
биологическое действие радиации: низкое

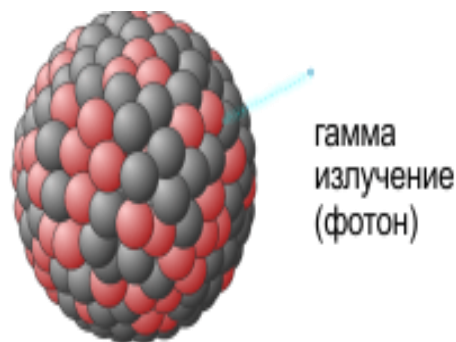


Рисунок 5.9 – Гамма (γ) излучение

Гамма (γ) излучение - это энергетическое электромагнитное излучение в виде фотонов.

Гамма излучение сопровождает процесс распада атомов вещества и проявляется в виде излучаемой электромагнитной энергии в виде фотонов, высвобождающихся при изменении энергетического состояния ядра атома. Гамма лучи излучаются ядром со скоростью света.

Когда происходит радиоактивный распад атома, то из одних веществ образуются другие. Атом вновь образованных веществ находится в энергетически нестабильном (возбужденном) состоянии. Воздействуя друг на друга, нейтроны и протоны в ядре приходят к состоянию, когда силы взаимодействия уравниваются, а излишки энергии выбрасываются атомом в виде гамма излучения

Гамма излучение обладает высокой проникающей способностью и с легкостью проникает сквозь одежду, живые ткани, немного сложнее через плотные структуры вещества типа металла. Чтобы остановить гамма излучение потребуется значительная толщина стали или бетона. Но при этом гамма излучение в сто раз слабее оказывает действие на вещество чем бета излучение и десятки тысяч раз слабее чем альфа излучение.

Основная опасность гамма излучения - это его способность преодолевать значительные расстояния и оказывать воздействие на живые организмы за несколько сотен метров от источника гамма излучения.

Рентгеновское излучение

излучаются: энергия в виде фотонов
проникающая способность: высокая
облучение от источника: до сотен метров
скорость излучения: 300 000 км/с
ионизация: от 3 до 5 пар ионов на 1 см пробега
биологическое действие радиации: низкое

Рентгеновское излучение - это энергетическое электромагнитное излучение в виде фотонов, возникающие при переходе электрона внутри атома с одной орбиты на другую.

Рентгеновское излучение сходно по действию с гамма излучением, но обладает меньшей проникающей способностью, потому что имеет большую длину волны.

5.5. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом

При прохождении ионизирующей частицы через вещество она может испытать рассеяние, поглощение (захват), деление или без взаимодействия пройти вещество.

Заряженные частицы, проходя через вещество, расходуют свою кинетическую энергию в основном при взаимодействии с электронами вещества, вызывая:

- возбуждение атома (переход электронов на возбужденный уровень);
- ионизацию атома (отрыв электрона от атома);
- взаимодействие с кулоновским полем ядра (образование тормозного излучения).

Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом подразделяется на взаимодействие с веществом:

- заряженных частиц,
- фотонов,
- нейтронов.

Взаимодействия заряженных частиц разделяют на упругие и неупругие. К упругим относят такие взаимодействия, при которых сумма кинетических энергий взаимодействующих частиц до взаимодействия и после сохраняется неизменной. Таким процессом является упругое рассеяние. При неупругом взаимодействии часть кинетической энергии заряженной частицы передается образовавшимся частицам или фотонам; другая часть кинетической энергии передается атому или ядру на их возбуждение или перестройку. К таким взаимодействиям относятся неупругое рассеяние, ионизация и возбуждение атомов, образование тормозного излучения. Рассеяние является причиной того, что радиационный фон может быть обнаружен даже вдали от источника излучения.

Характер взаимодействия определяется типом заряженной частицы, ее кинетической энергией и материалом среды, через которую распространяются частицы.

При **взаимодействии фотонов** с веществом может наблюдаться более десяти различных типов взаимодействия. Для защиты от фотонного излучения радионуклидных и реакторных источников наиболее важными из них являются фотоэлектрический эффект, комптон-эффект и эффект образования электронно-позитронных пар. Характер взаимодействия гамма-излучения с веществом определяется количеством энергии излучения.

При относительно малых энергиях происходит фотоэффект. При фотоэффекте фотон поглощается атомом, передает свою энергию одному из орбитальных электронов и выбивает его из атома. С ростом энергии гамма-квантов явление фотоэффекта становится все меньше, а при энергии 100–200

кэВ начинает преобладать Комптон-эффект, который представляет собой рассеяние фотона на свободном электроны. Фотон при этом не поглощается, а лишь изменяет свою энергию и направление движения. Примером может служить поглощение рентгеновских лучей тканями тела во время рентгеновского снимка.

Если энергия гамма кванта превышает 1,02 МэВ, то фотон может образовать в поле ядра электронно-позитронную пару. Образованные в этом эффекте электрон и позитрон производят ионизацию среды, частично их энергия тратится на образование тормозного излучения. Замедлившись, позитрон рекомбинирует с одним из свободных электронов среды, образуя вторичное аннигиляционное излучение с выходом двух фотонов. (*Аннигиляция – реакция превращения частицы и античастицы при их столкновении в иные частицы, отличные от исходных*).

Эти процессы взаимодействия приводят к появлению следующего вторичного фотонного излучения:

- а) аннигиляционное излучение, обусловленное рекомбинацией и аннигиляцией позитронов;
- б) флуоресцентное излучение, обусловленное переходом электронов в электронной оболочке;
- в) тормозное излучение, образующееся при замедлении частиц.

Вторичное фотонное излучение не вносит значительного вклада в формирование поля, поэтому его не учитывают.

Взаимодействие нейтронов с веществом. Не имея электрического заряда, нейтрон не взаимодействует с электрическим полем заряженных частиц и ядер атомов и может пройти значительные расстояния в веществе до столкновения с ядром. В поле ядра атома нейтроны в зависимости от их энергии могут испытывать различные типы взаимодействия:

- упругое и неупругое рассеяния,
- радиационный захват с испусканием фотона,
- захват с испусканием заряженных частиц и деление ядер.

Эти процессы сложным образом зависят от энергии нейтронов.

Таким образом, ионизирующее излучение, взаимодействуя с веществом, вызывает в нем различные эффекты: первичные: ионизация, возбуждение, люминесценция и вторичные: химические и физические изменения. При поглощении ионизирующих излучений в молекулярной системе в результате ионизации и возбуждения образуются ионы, электроны, свободные радикалы и другие промежуточные активные частицы, которые характеризуются высокой реакционной способностью, малым временем жизни и большими константами скорости реакций. Эти процессы важны для понимания, например, при разработке защитных материалов от излучения или при медицинской диагностике.

Дефекты, образующиеся в материалах при воздействии на них ионизирующих излучений

Образование возбужденных состояний молекул может происходить при непосредственном возбуждении молекул излучением, при нейтрализации ионов, при передаче энергии от возбужденных молекул.

Все виды электронного и корпускулярного излучений, проходя через вещество, взаимодействуют либо с ядрами атомов, либо с орбитальными электронами, приводя к **изменению свойств облучаемого вещества**.

Обычно различают первичную и вторичную стадии этого процесса. Первичная стадия, или прямой эффект, состоит в возбуждении электронов, в смещении атомов из узлов решётки, в возбуждении атомов и молекул и в ядерных превращениях. Вторичные процессы состоят в дальнейшем возбуждении и нарушении структуры выбитыми из «своих мест» атомами, ионами и элементарными частицами в результате первичных процессов. Законы, которым они подчиняются, такие же, как законы, управляющие первичными стадиями процесса. Таким образом, частицы или кванты высокой энергии могут вызвать каскадный процесс с образованием большого числа смещённых атомов, вакансий, ионизированных атомов, электронов и т. д.

5.6 Естественные источники радиоактивных излучений

Источники радиоактивных излучений по природе своего происхождения, можно разделить на две основных группы:

- *естественные источники*
- *техногенные источники*, созданные человеком или спровоцированные его деятельностью

Естественные источники радиации – это объекты окружающей среды и среды обитания человека, которые содержат природные радиоактивные изотопы или излучают радиацию.

К естественным источникам радиации относятся:

- *космическое излучение и солнечная радиация*
- *излучение от радиоактивных изотопов, находящихся в Земной коре и в окружающих нас объектах*

Космическое излучение

Космическое излучение – это поток элементарных частиц, излучаемых космическими объектами в результате их жизни или при взрывах звезд.

Источником космического излучения в основном являются взрывы "сверхновых", а также различные пульсары, черные дыры и другие объекты вселенной, в недрах которых идут термоядерные реакции. Благодаря непостижимо большим расстояниям до ближайших звезд, которые являются источниками космического излучения, происходит рассеивание космического излучения в пространстве и поэтому падает интенсивность (плотность) космического излучения. Проходя расстояния в тысячи световых лет, на своем пути космическое излучение взаимодействует с атомами

межзвездного пространства, в основном это атомы водорода, и в процессе взаимодействия теряют часть своей энергии и меняют свое направление. Несмотря на это, до нашей планеты все равно со всех сторон доходит космическое излучений невероятно высоких энергий.

Космическое излучение состоит:

- на 87% из протонов (*протонное излучение*);
- на 12% из ядер атомов гелия (*альфа излучение*);
- Оставшийся 1 % – это различные ядра атомов более тяжелых элементов, которые образовались при взрыве звезд, в ее недрах, за мгновение до взрыва;

• Так же в космическом излучении присутствуют в очень небольшом объеме – электроны, позитроны, фотоны и нейтрино.

Все это продукты термоядерного синтеза или последствия взрыва звезд.

Свой вклад в космическое излучение вносит ближайшая к нам звезда - Солнце. Энергия излучения от Солнца на несколько порядков ниже, чем энергия космического излучения, приходящего к нам из глубин космоса. Но плотность солнечной радиации выше плотности космического излучения, приходящего к нам из глубин космоса.

Состав излучения от солнца (солнечная радиация) отличается от основного космического излучения и состоит:

- на 99% из протонов (*протонное излучение*);
- на 1 % из ядер атомов гелия (*альфа излучение*).

Все это продукты термоядерного синтеза проходящего в недрах Солнца.

Как мы видим, *космическое излучение состоит* из наиболее опасных видов радиоактивного излучения - это *протонное и альфа излучение*.

Если Земля не обладала бы газовой атмосферой и магнитным полем, то шансов у биологических видов на выживание просто бы не было.

Но благодаря магнитному полю Земли, большая часть космического излучения отклоняется магнитным полем и просто огибает Земную атмосферу проходя мимо. Оставшаяся часть космического излучения, проходя сквозь атмосферу Земли, взаимодействуя с атомами газов атмосферы, теряет свою энергию. В результате множественных атомных взаимодействий и превращений до поверхности Земли вместо космического излучения, состоящего из протонного и альфа излучения, доходят потоки менее опасных и обладающими на порядки меньшими энергиями - это потоки электронов, фотонов и мюонов. *Космическое излучение*, проходя защитные механизмы Земли, не только теряет почти всю свою энергию, но и претерпевает физическое изменение в процессе ядерного взаимодействия с газами атмосферы, *превращаясь* в фактически безопасное, обладающее низкой энергией излучение в виде электронов (*бета излучение*), фотонов (*гамма излучение*) и мюонов.

Излучение от радиоактивных природных изотопов

На нашей планете можно выделить 23 радиоактивных изотопа, которые обладают большим периодом полураспада и которые наиболее часто встречаются в земной коре. Большая часть радиоактивных изотопов

содержится в породе в очень малых количествах и концентрациях, и доля создаваемого ими облучения пренебрежимо мала. Но есть несколько природных радиоактивных элементов, которые оказывают влияние на человека.

*Радиоактивные изотопы, облучения от которых **нельзя избежать**:*

- **Калий ^{40}K** (β и γ излучение). Усваивается вместе с продуктами питания и питьевой водой. Содержится в нашем организме

- **Углерод ^{14}C** . Усваивается вместе с продуктами питания. Содержится в нашем организме.

*Радиоактивные изотопы, облучения от которых **можно избежать** организационными мероприятиями:*

- **Газ радон ^{222}Rn** (α излучение) и **Торон ^{220}Rn** (α излучение) и их продукты радиоактивного распада. Содержится в газах, поднимающихся из недр земли. Может содержаться в водопроводной воде, если она берется из источников, расположенных глубоко под землей (*артезианские источники*).

Все остальные природные радиоизотопы, содержащиеся как в Земной коре, так и в атмосфере, оказывают пренебрежительно малое влияния на человека.

Если человек, добыл, переработал и выделил природные изотопы из руды или других источников, а затем их применил в строительных конструкциях, минеральных удобрениях, машинах и механизмах и так далее, то действие этих изотопов уже *будет техногенным, а не естественным* и на них должны распространяться нормы для техногенных источников.

Радон тяжелый газ, не имеет запаха, вкуса и цвета.

Радон *относится к числу **наименее распространенных химических элементов*** на нашей планете.

Плотность радона в 8 раз выше плотности воздуха. Радон растворим в воде, крови и других биологических жидкостях нашего организма. На холодных поверхностях радон легко конденсируется в бесцветную фосфоресцирующую жидкость. Твердый радон светится бриллиантово-голубым светом. Период полураспада 3,82 дня. Основным источником радона, являются горные и осадочные породы, содержащие уран ^{238}U .



Рисунок 5.10 – Схема распада урана ^{238}U

В процессе цепочки распадов радиоактивных изотопов уранового ряда, образуется радиоактивный элемент радий ^{226}Ra , распадаясь который и выделяет газ радон ^{222}Rn . Радон накапливается в тектонических нарушениях, куда он поступает по системам микротрещин из горных пород. Радон не распространен по Земной коре равномерно, а скапливается наподобие всем известного природного газа, только в несравнимо меньших объемах и концентрациях.

Радон не содержится повсюду вокруг нас, он скапливается в пустотах пород, или в незначительных количествах в порах этой породы, а далее способен выделяться наружу, при нарушении герметичности этих пустот (геологические разломы, трещины). Так же нужно обратить внимание, что радон образовывается только в грунтах и почвах, содержащих радиоактивные элементы - уран ^{238}U и радий ^{226}Ra . То есть, если в Вашем регионе содержание ^{226}Ra и урана ^{238}U в грунтах, почве и скальных породах в очень малых количествах, либо не содержится вовсе, то угрозы облучения радиацией от радона - нет, а соответственно для таких регионов норма естественного радиационного фона – это 0,07 мкЗв/час.

Облучение радоном происходит в замкнутых пространствах, где способен накапливаться газ радон, поднимающийся из трещин и разломов в земной коре. К таким замкнутым пространствам можно отнести: шахты, пещеры, подземные сооружения (бункеры, землянки, погреба и т.п.), жилые и не жилые помещения с нарушенной гидроизоляцией фундамента и плохо работающей вентиляцией.

Как попадает радон в помещение?

Если жилой дом расположен в районе скопления радона и под фундаментом дома в земной коре имеется трещина, то радон может проникать, сначала в подвальные помещения, а далее через систему вентиляции в выше расположенные помещения (квартиры).

Попадание радона в жилое помещение возможно, если будут нарушены сразу несколько строительных норм при строительстве жилого здания:

- Перед строительством любого жилого объекта должно **проводиться обследование земельного участка** и выдаваться официальное заключение *об соответствии нормам радонового излучения*. Если выделения радона выше нормы, то должны быть приняты дополнительные строительные решения по защите. Либо вообще строительство жилых помещений запрещается на данном земельном участке. Без данного заключения, нельзя получить заключение государственной экспертизы на строительный объект и получить разрешение на строительство.

- При проектировании и строительстве здания **обязательно предусматривается гидроизоляция фундамента**, которая предотвращает попадание не только влаги, но и радона в подвальные помещения, а затем внутрь квартиры.

- В жилых помещениях **должна хорошо работать система естественной приточно-вытяжной вентиляции**.

Если все строительные нормы соблюдены, то даже наличие залежей радона под жилым домом не приведет к дополнительному облучению. То есть облучение радоном происходит только при нарушении норм проектирования и строительства зданий и сооружений, из-за халатности ответственных лиц или жадности сэкономить на строительстве.

При нормальных условиях человек не должен подвергаться действию радона.

Влияние радона на живые организмы.

Радон опасен для живых организмов. Попадая внутрь организма через дыхательные пути, радон растворяется в крови, а продукты его распада быстро разносятся по всему телу и приводят к внутреннему массированному облучению. Сам радон распадается на другие радиоактивные элементы в течении 4 суток. А радиоактивные продукты распада радона впоследствии облучают организм в течении 44 лет. Наиболее опасными продуктами распада радона являются радиоактивные изотопы полония ^{218}Po и ^{210}Po .

Радон занимает первое место среди причин вызывающих рак легких. Так же установлено что радон накапливается в мозговых тканях человека, что так же приводит к развитию рака головного мозга. И это далеко не все примеры губительного действия радона на организм человека.

5.7. Искусственные источники ионизирующих излучений

За счет хозяйственной и социальной деятельности люди дополнительно получают облучения от антропогенных источников. В одних случаях отдельные категории населения, в других – значительная часть населения. В ряде случаев могут возникнуть чрезвычайные ситуации, вызванные выбросом радиоактивных веществ. В Республике Беларусь более 1000 объектов, на которых применяются радиоактивные вещества в значительных количествах (более 55 тысяч устройств и установок), которые приносят

пользу людям. Например: тепловые электростанции; склады минеральных (фосфорных) удобрений, имеющих повышенное содержание радионуклидов уранового и ториевого рядов; установки для снятия статического электричества; рентгеновские установки для проверки пассажиров и их багажа в аэропортах; установки для контроля качества и структуры сплавов; установки для исследования смазочных материалов; установки для холодной стерилизации перевязочного материала и медицинского инструмента; рентгеновские аппараты и установки для диагностики заболеваний человека; радиоизотопные материалы для исследования в медицине; радиационная терапия для лечения онкологических заболеваний; установки для облучения автомобильных шин с целью увеличения срока их пробега; установки для контроля толщины некоторых изделий при их производстве; приборы для определения толщины покрытий из золота и серебра, наносимые на отдельные изделия; приборы для бесконтактного контроля агрессивных сред и др.

Кроме того, на отдельных объектах содержится значительное количество радиоактивных веществ, в том числе и в местах захоронения радиоактивных отходов, которые представляют опасность для большого числа людей в случае аварий и катастроф. Например, В Минской области таких объектов 2 – это Молодечненский центр стандартизации и метрологии, где суммарная активность источников цезия достигает 70 Ки, и Несвижский завод медпрепаратов, где суммарная активность источников кобальта равна 800 Ки. В Брестской области насчитывается 12 объектов, использующих в своей деятельности радиоактивные вещества, из них 9 сконцентрированы в городах Брест, Пинск, Барановичи; в Гродненской области – 8 объектов, из них 7 в Гродно и Лиде; В Гомельской области – 17 объектов, из них 14 – в Мозыре и Гомеле; В Витебской области – 12 объектов, из них 10 – в Витебске и Новополоцке; в Могилевской области – 14 объектов, из них 11 – в Могилеве и Бобруйске.

Источники, используемые в медицинских исследованиях и терапии, стали одним из основных способов антропогенного облучения человека. Вот некоторые примеры: рентгенография зуба – (0,03–3) мЗв, рентгеноскопия желудка – до 0,25 Зв, флюорография – (0,1–0,5) мЗв, рентгеноскопия грудной клетки – (0,1–1) мЗв. Это значительные дозы, полученные одноразово.

Радиоизотопы используются для исследования различных процессов, протекающих в организме человека. Радиоизотопы излучают, что позволяет не только обнаружить их с помощью счетчика импульсов человека (СИЧ), но и определить характер распределения введенного изотопа. Приведем примеры использования изотопов в медицине.

Оценка функции щитовидной железы выполняется с помощью радиоактивного йода, который в незначительных количествах вводится в организм человека, но накапливается в щитовидной железе. По ряду характеристик делается вывод о работе щитовидной железы.

Другие примеры использования радиоизотопов в медицине: натрий-24 – позволяет определять скорость кровотока и проницаемости сосудов; калий-

42 – индикатор биологических процессов; стронций-85 – используется в ампликаторах при лечении кожных и глазных болезней; технеций-99 – применяется для визуализации внутренних органов (изучение функционального состояния щитовидной железы, слюнных желез, сердца, крупных сосудов, скелета, опухолей головного мозга, для исследования печени, почек и др.). Полученная при этом доза примерно равна дозе от рентгеновского излучения при рентгеновских исследованиях; кобальт-60 – применяется в терапии и как индикатор.

Общий фон радиации от естественных источников облучения

Если просуммировать действие всех природных источников излучения, и взять за основу *допустимые нормативные дозы радиации* от каждого из них, то получим *допустимое нормативное значение* общего радиационного фона от природных источников радиации.



Рисунок 5.11 – Общий радиационный фон от естественных источников облучения

Получили, что *в соответствии с нормативными документами, общий радиационный фон от природных источников радиации составляет - 2,346 мЗв/год или 0,268 мкЗв/час.*

Есть природные источники, действия которых нельзя исключить в нормальной повседневной жизни, но есть источники, действия которых *можно избежать*, и к ним относится - радон ²²²Rn и торон ²²⁰Rn.

Если действие радона исключаем, *как оно и должно быть*, то получаем, что ***нормальный радиационный фон от природных источников радиации*** не должен превышать 0,594 мЗв/год или 0,07мкЗв/час.

Это значение и есть безопасный естественный радиационный фон, который должен действовать и действовал до начала освоения человеком

атома и загрязнения им окружающей среды нашего обитания радиоактивными отходами, которые рассредоточены по всему миру в результате испытания атомных бомб, внедрением атомной энергетики и других техногенных действий человека.

Техногенные действия человека привели к тому, что радиоактивные элементы стали массово применяться от техники, строительства, минеральных удобрений до атомных взрывов и АЭС с их авариями и сбросами. Поэтому нормативные документы и допускают проживание человека в обстановке с **приемлемым** уровнем радиации. *Он не безопасный, он именно приемлемый.*

И с каждым годом этот приемлемый уровень, в результате техногенного действия человека, будет только увеличиваться.

5.8 Единицы измерения и дозы. Допустимые дозы

Допустимый уровень радиоактивного излучения *от естественных источников излучения*, иначе говоря естественный радиоактивный фон, в соответствии с нормативными документами может быть **не выше** чем 0,57 мкЗв/час.

Предельно допустимой суммарной дозой, полученной от всех техногенных источников, является 1 мЗв/год.

Величина 1 мЗв/год, суммарно должна включать в себя все эпизоды техногенного воздействия радиации на человека. Сюда входят все типы медицинских обследований и процедур, включает флюорографию, рентген зуба и так далее. Так же сюда относятся полеты на самолетах, прохождение через досмотр в аэропорту, получение радиоактивных изотопов с пищей и так далее.

Для оценки *физических свойств радиоактивных материалов* применяются такие величины как:

- *активность радиоактивного источника (Ки или Бк);*
- *плотность потока энергии (Вт/м²).*

Для оценки *влияния радиации на вещество (неживые ткани)*, применяются:

- *поглощенная доза (Грей или Рад);*
- *экспозиционная доза (Кл/кг или Рентген).*

Для оценки *влияния радиации на живые ткани*, применяются:

- *эквивалентная доза (Зв или бэр);*
- *эффективная эквивалентная доза (Зв или бэр);*
- *мощность эквивалентной дозы (Зв/час).*

Оценка действия ионизирующего излучения на неживые объекты

Действие радиации на вещество проявляется в виде энергии, которую вещество получает от радиоактивного излучения, и чем больше вещество поглотит этой энергии, тем сильнее действие радиации на вещество. Количество энергии радиоактивного излучения, воздействующего на

вещество, оценивается в дозах, а количество поглощенной веществом энергии называется – **поглощенной дозой**.

Поглощенная доза - это количество радиации, которое поглощено веществом. В системе СИ для измерения поглощенной дозы используется - **Грей (Гр)**.

1 Грей - это количество энергии радиоактивного излучения в 1 Дж, которая поглощена веществом массой в 1 кг, независимо от вида радиоактивного излучения и его энергии.

$$1 \text{ Грей (Гр)} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$$

Данная величина не учитывает степень воздействия (ионизации) на вещество различных видов радиации. Более информативная величина, это **экспозиционная доза радиации**.

Экспозиционная доза – это величина, характеризующая поглощённую дозу радиации и степень ионизации вещества. В системе СИ для измерения экспозиционной дозы используется - **Кулон/кг (Кл/кг)**.

$$1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$$

Используемая внесистемная единица экспозиционной дозы - **Рентген (Р)**:

$$1 \text{ Р} = 2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

Доза в 1 Рентген - это образование $2,083 \cdot 10^9$ пар ионов на 1 см^3 воздуха

Оценка действия ионизирующего излучения на живые организмы

Если живые ткани облучить разными видами ионизирующего излучения, имеющими одинаковую энергию, то последствия для живой ткани будут сильно отличаться в зависимости от вида радиоактивного излучения. Например, последствия от воздействия *альфа излучения* с энергией в 1 Дж на 1 кг вещества будут сильно отличаться от последствий воздействия энергии в 1 Дж на 1 кг вещества, но только *гамма излучения*. То есть при одинаковой поглощенной дозе радиации, но только от разных видов радиоактивного излучения, последствия будут разными. То есть для оценки влияния радиации на живой организм недостаточно просто понятия поглощенной или экспозиционной дозы радиации. Поэтому для живых тканей было введено понятие **эквивалентной дозы**.

Эквивалентная доза – это поглощённая живой тканью доза радиации, умноженная на коэффициент k , учитывающий степень опасности различных видов радиации. В системе СИ для измерения эквивалентной дозы используется - **Зиверт (Зв)**.

Используемая внесистемная единица эквивалентной дозы - **Бэр (бэр)**: $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Чем выше "коэффициент k " тем опаснее действие определенного вида ионизирующего излучения для тканей живого организма.

Для более лучшего понимания, можно немного по-другому дать определение "эквивалентной дозы радиации":

Таблица 5.2 – Системные и внесистемные единицы измерения в области радиационной безопасности

Величины	Единицы		Соотношение единиц
	международные	внесистемные	
1. Активность А	Беккерель (Бк)	Кюри (Ки)	$1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}$ $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$
2. Экспозиционная доза Х	Кулон на кг (Кл/кг)	Рентген (Р)	$1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$ $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
3. Поглощённая доза $D_{\text{полг.}}$	Грей (Гр)	Рад (рад)	$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$
4. Эквивалентная доза $H_{\text{экв.}}$	Зиверт (Зв)	Бэр (бэр)	$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ $1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$ $Зв = 0,01 \text{ бэр}$

Эквивалентная доза радиации – это количество энергии поглощённое живой тканью (поглощенная доза в Грей, рад или Дж/кг) от радиоактивного излучения с учетом степени воздействия (наносимого вреда) этой энергии на живые ткани (коэффициент К).

Для поглощённых и эквивалентных доз, как и для экспозиционной дозы вводится понятие мощность дозы.

Они характеризуются приростом дозы за единицу времени.

Эффективная доза излучения – это основная величина, используемая при гигиеническом нормировании ионизирующих излучений, которая устанавливается для людей, работающих с техногенными источниками радиации или находящихся в зоне их воздействия (в связи с профессиональной деятельностью или проживанием).

Ее значение используется для измерения вероятности наступления последствий облучения человека, его органов и тканей. При этом учитывается их индивидуальная радиочувствительность.

Например, при равной эквивалентной дозе облучений возникновение рака щитовидной железы менее вероятно, чем возникновение рака легких.

Эффективная доза организма (Е) рассчитывается путем умножения эквивалентной дозы органа или ткани (НТ(т)) на соответствующее органу или ткани значение коэффициента (WT) (по каждому органу или ткани) с последующим суммированием результатов:

$$E = \sum H_T(t) W_T$$

Где $H_T(t)$ – эквивалентная доза в ткани Т за время t ; W_T – взвешивающий коэффициент для ткани Т.

Просуммировав индивидуальные эффективные эквивалентные дозы, полученные группой людей, получают коллективную эффективную эквивалентную дозу – сумму индивидуальных доз в данной группе людей за данный промежуток времени.

Коллективную дозу можно подсчитать для населения отдельной деревни, города, области, государства и даже всего земного шара.

Доза эффективная коллективная – мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы — человеко-зиверт (чел.-Зв).

Коллективная доза в отношении популяции называется популяционной. Если же происходит облучение населения всего земного шара от какого-либо источника, то соответствующая коллективная доза называется глобальной.

Ожидаемая (полная) коллективная эффективная эквивалентная доза – коллективная эффективная эквивалентная доза, которую получают поколения людей от какого-либо радиоактивного источника за все время его существования.

Среднегодовая эффективная доза (СГЭД) – это средняя для населения какого-либо населенного пункта сумма эффективной дозы внешнего облучения, полученная за календарный год, и ожидаемой дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм жителей радионуклидов за этот же год.

Ожидаемая (полная) коллективная эффективная эквивалентная доза представляет собой расчет дозовой нагрузки на некоторый период времени для одного человека. Чаще всего делается расчет на 70 предстоящих лет жизни (доза на жизнь).

Предел дозы (ПД) – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы.

5.9. Дозиметрия. Методы обнаружения и регистрации ионизирующих излучений, основные типы детекторов.

Дозиметрия – совокупность методов определения дозы ионизирующего излучения.

Дозиметрический контроль включает:

- контроль облучения людей;
- контроль радиоактивного и химического заражения людей, а также техники, транспорта, одежды, средств индивидуальной защиты, продовольствия, воды и т.д.

Методы обнаружения ионизирующего излучения

- Фотографический
- Химический
- Ионизационный
- Сцинтилляционный

Фотографический метод основан на воздействии ионизирующих излучений на чувствительный слой фотопленки, фотобумаги, фотопластинки и других материалов содержащих бромистое серебро. Плотность почернения фотопленки после проявления зависит от дозы излучения.

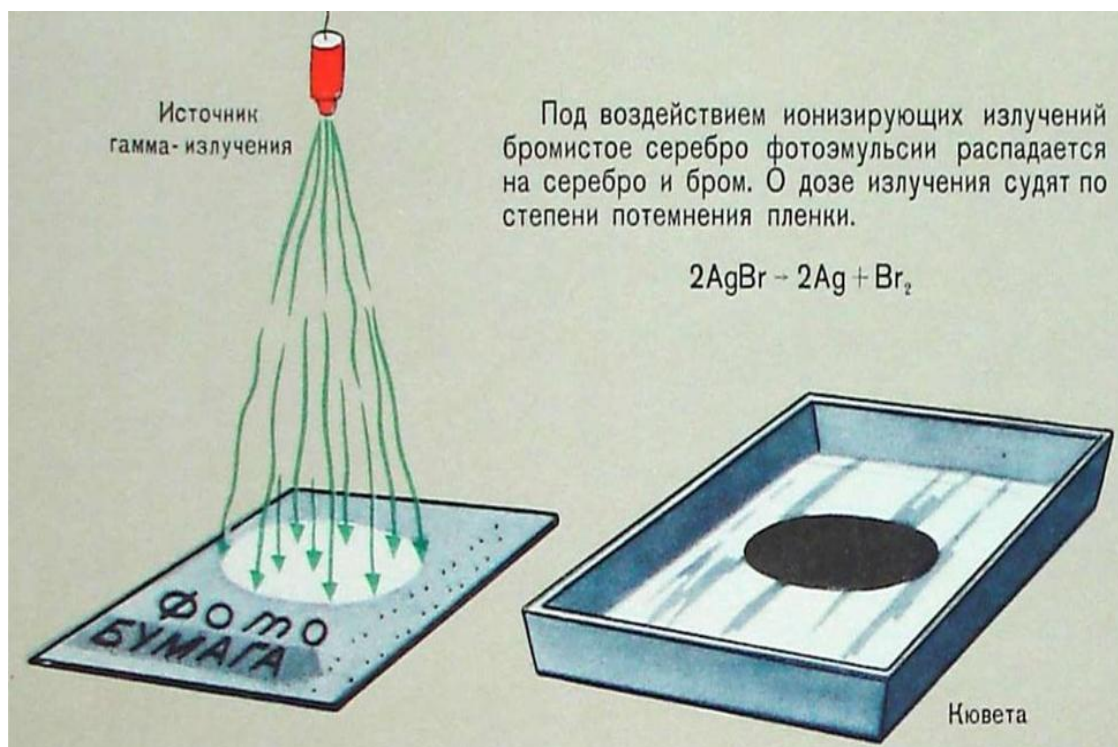
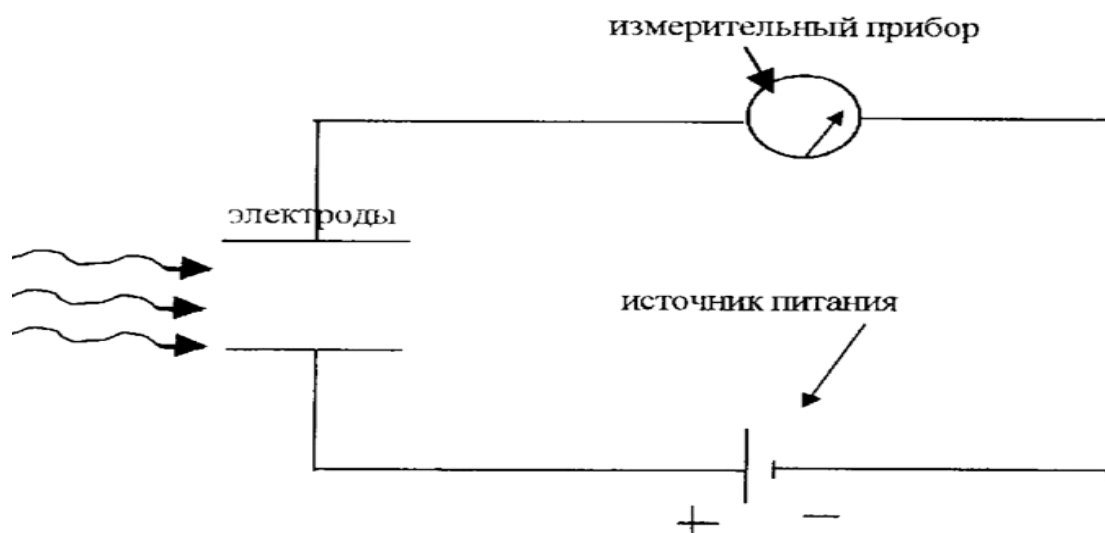


Рисунок 5.12 – Фотографический метод

Химический метод основан на способности ионизирующих излучений вызывать химические изменения некоторых веществ, что сопровождается появлением или изменением окраски растворов этих веществ с добавкой индикаторов.

Химические методы используются, как правило, для измерения дозы излучения.

Ионизационный метод основан на использовании ионизации атомов веществ, возникающий при воздействии ионизирующих излучений, в результате чего электрически нейтральные атомы распадаются и образуют ионы (положительно или отрицательно заряженные частицы).



Простейшая схема ионизационного детектора

Рисунок 5.13 – Простейшая схема ионизационного детектора

Сцинтилляционный метод основан на регистрации вспышек света, возникающих при взаимодействии излучения с некоторыми органическими и неорганическими веществами (антрацен, стильбен, сернистый цинк, иодид натрия и др.).

Эти методы используют в приборах, предназначенных для измерения потоков фотонов и частиц.

Виды детекторов частиц:

- Сцинтилляционный детектор.
- Газоразрядный счетчик.
- Ионизационная и пузырьковая камера.

Ионизационная камера – газонаполненный датчик, предназначенный для измерения уровня ИИ.

Под действием излучений происходит ионизация воздуха внутри камеры, благодаря наличию электрического поля ионы начинают двигаться к электродам и в цепи образуется ионизационный ток, который поступает в усилительное устройство прибора и измеряется микроамперметром.

Сила этого тока пропорциональна дозе излучений.

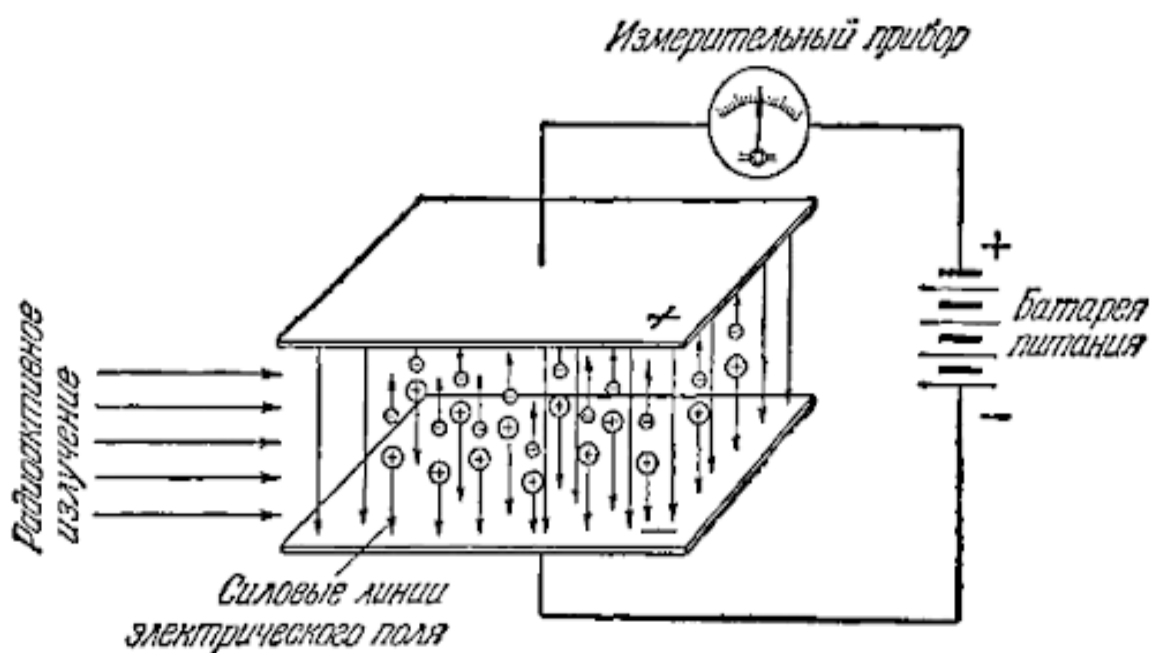
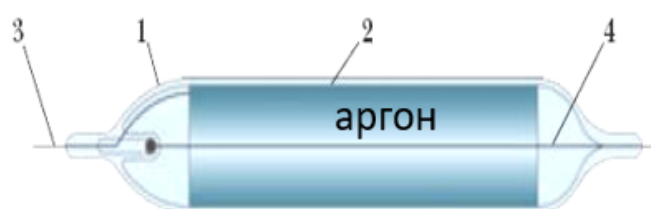


Рисунок 5.14 – Ионизационная камера

В *газовом счетчике (счетчик Гейгера)* используется вторичная ионизация, создающая большое газовое усиление тока, которое возникает вследствие того, что скорость движущихся ионов, созданных ионизирующим веществом, настолько велика, что образуются новые ионы. Они, в свою очередь, также могут ионизировать газ, тем самым, развивая процесс.

Таким образом, каждая частица образует ионов в 10^6 раз больше, чем это возможно в ионизационной камере, позволяя, таким образом, измерять ионизирующее излучение даже малой интенсивности.



- 1 — герметически запаянная стеклянная трубка;
- 2 — катод;
- 3 — вывод катода;
- 4 — анод (тонкая проволока).



Рисунок 5.15 – Счетчик Гейгера

Пузырьковая камера. Рабочий объем заполнен жидким водородом или пропаном, находящимся под высоким давлением. В перегретое состояние

жидкость переводят резко уменьшая давление. Заряженная частица образует на своем пути цепочку ионов, что приводит к закипанию жидкости. Вдоль траектории частицы появляются пузырьки пара (трек).

Сцинтилляционный детектор предназначен для обнаружения частиц и гамма-квантов путем взаимодействия тех с кристаллом детектора (сцинтиллятора).

В качестве кристалла очень часто используют прозрачный йодид натрия (NaI).

Детектор способен регистрировать гамма-кванты и определять их энергии по выходному току.

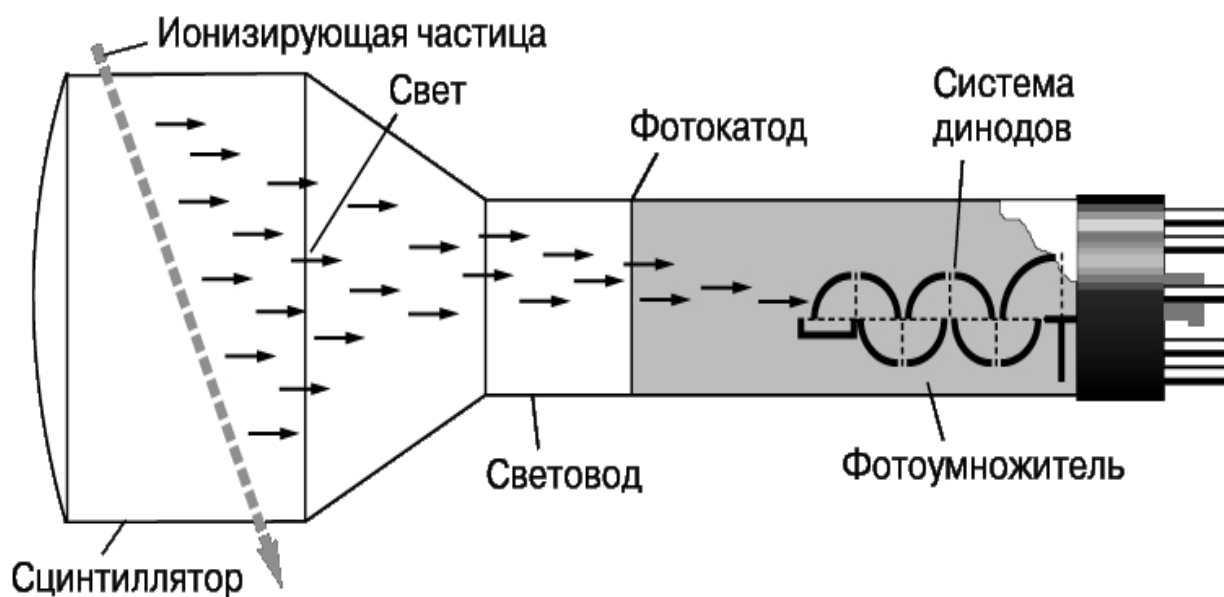


Рисунок 5.16 – Сцинтилляционный детектор

Классификация дозиметрических приборов

Индикаторы Предназначены для обнаружения радиоактивного излучения и ориентировочной оценки мощности дозы гамма-излучений. Эти приборы имеют простейшие электрические схемы со световой и звуковой сигнализацией.

Рентгенметры Для измерения уровня радиации, мощности экспозиционной дозы γ -излучений, а также обнаружения β -излучений на местности.

Радиометры служат для измерений мощности дозы гамма- и рентгеновского излучения (уровня радиации), а также степени радиоактивного загрязнения поверхностей оборудования, одежды, продуктов.

Дозиметры предназначены для определения суммарной дозы облучения, получаемой людьми за время нахождения их в районе действия, главным образом гамма-излучений.

В зависимости от конструкции и типа *дозиметра*, он может измерять несколько видов ионизирующего излучения или только один из ее видов -

альфа, бета, гамма, рентгеновское или нейтронное излучение. Дозиметры, способные измерять несколько видов радиации, имеют более сложное устройство, достаточно высокую стоимость и в основном относятся к *профессиональным средствам* измерения. Для бытовых целей как правило применяются дозиметры, измеряющие один или два вида радиации - гамма, бета, иногда альфа излучение. У *бытовых дозиметров* меньше диапазон измеряемых величин и большая погрешность измерения, то есть бытовые дозиметры имеют меньшую точность.

Устройство дозиметра

Работа любого дозиметра базируется на основе одних и тех же принципах работы. Базовым элементом всех дозиметров является **детектор**.

Дозиметрические приборы состоят из 4х основных частей:

- воспринимающего устройства (датчика),
- электрической схемы с усилительным устройством,
- регистрирующего устройства,
- системы питания.

В качестве воспринимающего устройства (детектора) применяются ионизационная камера или газоразрядный счетчик (Гейгера-Мюллера).



Рисунок 5.17 – Блок-схема дозиметра

Измерительный модуль на цифровых дозиметрах всегда цифровой. Это счетчик импульсов, который выводит соответствующее значение в виде цифр на шкалу прибора. Для измерения дозы ионизирующего излучения необходимо подсчитать импульсы за минуту, 10, 15 секунд или другие значения. Микроконтроллер пересчитывает число импульсов в конкретное значение на шкале дозиметра в стандартных единицах измерения радиации.

Радиометры применяются для обнаружения и определения степени радиационного заражения поверхностей оборудования, оружия, обмундирования и объемов воздуха главным образом частицами. Радиометрами возможно измерение и небольших уровней излучений. Датчиками радиометров являются газоразрядные и сцинтилляционные счётчики. Эти приборы являются наиболее распространёнными и имеют широкое применение.

6. Биологическое действие ионизирующих излучений и принципы радиационной безопасности

6.1 Этапы воздействия ионизирующих излучений на биологическую ткань

Под биологическим действием ионизирующих излучений понимают связанную с облучением совокупность морфологических и функциональных изменений в живом организме.

Выделяют следующие этапы воздействия ионизирующих излучений на биологическую ткань:

1. Физический этап. Характеризуется поглощением энергии излучения атомом или молекулой и образование свободных электронов и положительных ионов.

2. Физико-химический этап. Характеризуется ионизацией и возбуждением атомов и молекул в результате поглощения энергии ионизирующего излучения.

3. Химический этап. Характеризуется образованием свободных радикалов.

4. 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.

5. 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.

Ионизирующее излучение обладает высокой энергией. Оно способно разрывать любые химические связи в биологических молекулах и индуцировать длительно протекающие реакции. Реакции вовлекают в химические превращения сотни и тысячи молекул. Первичное действие излучений на организм может быть прямым и косвенным.

Прямое действие ионизирующих излучений вызывает ионизацию атомов и молекул, образование ионов, возникновение возбужденных атомов, появление радикалов. Активные молекулы и обломки молекул индуцируют различные химические реакции, повреждая комплексы клеток (ядро, митохондрии и другие органеллы).

Косвенное действие излучений заключается в том, что образованные радикалы воды и пероксиды вступают в химические реакции с молекулами

белка, с липидами и т.д. и приводят к структурным изменениям тканей и клеток.

Эффекты воздействия ионизирующего излучения могут длиться от долей секунды до столетий (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Биологическое действие ионизирующих излучений

Время	Эффект воздействия
10^{-24} - 10^{-4} с	Поглощение энергии (рентгеновое, гамма, нейтронное излучения)
10^{-15} - 10^{-8} с	Поглощение энергии (электроны, протоны, альфа-частицы)
10^{-12} - 10^{-8} с	Физический и химический этапы. Перенос энергии в виде ионизации на первичной траектории. Ионизация и электронное возбуждение молекул
10^{-7} - 10^{-5} с несколько часов	Химические повреждения. Прямое действие Косвенное действие. Образование свободных радикалов из воды. Возбуждение молекул до теплового равновесия
Микросекунды, секунды, минуты, несколько часов	Биомолекулярные повреждения. Изменения молекул белков, нуклеиновых кислот под влиянием процессов обмена
Минуты, часы, недели	Ранние биологические и физиологические эффекты. Биохимические повреждения. Гибель клеток, гибель отдельных животных
Годы, столетия	Отдаленные биологические эффекты. Стойкое нарушение функций. Генетические мутации, действие на потомство. Соматические эффекты: рак, лейкоз, сокращение продолжительности жизни, гибель организма

В результате воздействия ИИ радиационные повреждения возникают на всех уровнях биологической организации организма (таблица 6.2).

Основное химическое соединение в организме человека – это вода, содержание которой составляет 65-75% от общей массы организма. Образованные под воздействием ИИ радикалы воды (H^+ , OH^-) и пероксиды (H_2O_2) вступают в химические реакции с молекулами белков, липидов и углеводов и приводят к структурным изменениям тканей и клеток. Нарушаются обменные процессы в организме. В связи с нарушением обмена веществ и энергии прекращается и замедляется рост тканей, наступает гибель клеток. Всасывание продуктов клеточного распада вызывает отравление организма, что приводит к преждевременному старению.

Различные части тела человека созданы из микроскопических стандартных строительных блоков, называемых клетками. Клетки, которые выполняют одинаковые функции, сгруппированы вместе и образуют биологическую ткань, например, мышечную ткань. Различные ткани могут группироваться вместе и составлять орган, например сердце.

Таблица 6.2 – Радиационные повреждения организма

Уровень биологической организации	Радиационные повреждения
Молекулярный	Повреждение ферментов, ДНК, рибонуклеиновой кислоты (РНК), нарушение обмена веществ
Субклеточный	Повреждение клеточных мембран, ядер, хромосом, митохондрий, лизосом
Клеточный	Остановка деления и гибель клеток, трансформация в злокачественные клетки
Тканевый, органнй	Повреждение ЦНС, костного мозга, ЖКТ
Организменный	Сокращение продолжительности жизни
Популяционный	Изменение генетических характеристик в результате мутаций

Большинство клеток тела состоят из следующих трех основных составляющих:

- клеточных мембран, которые формируют границы клетки. Через клеточную мембрану вещества проходят внутрь клетки и покидают ее.
- ядер, которые контролирует функции клетки, особенно рост и деление;
- и
- цитоплазмы, которая представляет собой жидкую субстанцию внутри клетки и во многих ее функциональных частях. Большинство химических превращений, происходящих в клетке, происходят в цитоплазме.

Ядро клеток тела человека состоит из 46 хромосом, каждая из которых состоит из тонких фиброзных нитей, состоящих из генов. Эти гены строятся из молекул белков и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). ДНК несет всю генетическую информацию о физиологических и ментальных (психических) характеристиках человека. Она также обеспечивает передачу этой информации от одного поколения клеток другому.

Особенностью большинства клеток тела является то, что они проходят через стадию воспроизведения, в течение которой они делятся и формируют точную свою копию. Каждая клетка делится на две новых, а хромосомы ее ядра основной участник этого процесса. Красные кровяные клетки (эритроциты) не имеют ядер и поэтому неспособны к делению. Это означает,

что новые эритроциты должны постоянно производиться, этот процесс непрерывно идет в красном костном мозге.

Клеточное деление – это непрерывный процесс в таких частях тела, как например эпителий желудочно-кишечного тракта. Для взрослых продолжительность деления клеток может составлять часы или даже дни. У детей или плода в утробе матери это более быстрый процесс, длительность которого может быть менее 20 минут. Если радиационное повреждение клеток происходит во время клеточного деления, то наблюдается большая степень повреждения. Поэтому маленькие дети и плод в утробе матери из-за более быстрого деления клеток имеют больший риск пострадать от облучения. По этой же причине раковые опухоли (быстро делящиеся клетки) также получают большие повреждения от радиации, чем нормальные ткани.

Среди молекулярных повреждений особое место занимает радиационное поражение ДНК, которую часто называют основной мишенью при действии радиации на клетки.

Установлено, что в молекуле одновременно может быть восстановлено до 7 разорванных связей в одностаниевых разрывах ДНК. При этом разрушения генов не наблюдается. Но, если количество одностаниевых разрывов больше 7 или имеются двухстаниевые разрывы, то происходят хромосомные аберрации, т.е. разорванные концы и целые фрагменты нуклеотидов в дальнейшем «склеиваются» в новых сочетаниях, а закодированная в генах информация может искажаться или теряться совсем.

Известны три вида репараций:

1. Безошибочные репарации, при которых молекула ДНК восстанавливается.

2. Ошибочные репарации, которые приводят до потери или изменения части генетического кода.

3. Неполные репарации, при которых функции ДНК не возобновляются.

Два последних вида репараций приводят к возникновению мутаций. В зависимости от характера изменения генетического аппарата генетические мутации делят на геномные, генные и хромосомные.

Другая мишень действия радиации на клетки – внутриклеточные мембраны. Активация под влиянием облучения реакций свободнорадикального перекисного окисления липидов может привести к деструктивным изменениям мембран, к поражению мембраносвязанных ферментов, к нарушениям проницаемости мембран, нарушениям активного транспорта веществ через мембраны, нарушениям процесса синтеза и гибели клетки. Действие ионизирующих излучений на липиды следующее. Под влиянием облучения происходит образование свободных радикалов ненасыщенных жирных кислот, которые при взаимодействии с кислородом образуют перекисные радикалы, а последние, в свою очередь, реагируют с нативными жирными кислотами. Это процесс перекисного окисления липидов. Так как липиды – основа биомембран, то перекисное окисление повлечет за собой изменение их свойств.

При облучении молекулы белка ионизирующими излучениями она возбуждается в целом, но за счет миграции энергии (как в молекуле ДНК) разрыв происходит в наиболее слабых местах, а именно в связях между аминокислотами. В отличие от молекулы ДНК, молекула белка системы защиты от радиации не имеет. Т.е. разрушения сохраняются. Такие нарушения в структуре белка приводят к нарушению его функций.

Иммунной системой часто такой белок рассматривается как инородное тело и выводится из организма естественным путем. Свои функции он выполнить не может. Кстати, синтезированный в соматической клетке нормальный белок в большинстве случаев после выполнения своих функций также разрушается естественным путем и выводится из организма.

Большое количество молекул белка в организме, их постоянное обновление позволяет на биологическом уровне противостоять радиации конечно с учетом степени их облучения. Т.е. вместо дефектного белка в очередном цикле будет синтезирован нормальный белок и особых драматических ситуаций не будет (если доза облучения не слишком большая), если не считать нагрузки на иммунную систему и отравление организма.

Организменный уровень воздействия. После разрушения клеток ткань начинает ускоренно делить здоровые клетки, восполняя утерянные. Однако регенерирующим способностям тканей есть предел. Пока доза облучения разрушает клетки в пределах регенеративных способностей ткани, мы еще не замечаем действие радиации, но как только доза вызывает разрушение клеток в количестве, превышающем регенеративные способности ткани, ткань не справляется со своими функциями и начинает проявляться функциональные расстройства – это порог дозы, после которого появляются детерминированные эффекты. Тяжесть этих эффектов прямо зависит от дозы облучения. Эти эффекты проявляются у всех облученных после превышения порога дозы, и для каждого эффекта существует своя пороговая доза. Так, после разового облучения дозой свыше 0,15 Зв у облученных появляется помутнение хрусталика, при дозе облучения свыше 0,2 Зв - стерильность яичников, при дозе более 0,4 Зв - угнетение функции костного мозга.

Основной радиобиологический закон – радиопоражаемость клеток ткани пропорциональна их митотической активности и обратно пропорциональна степени дифференцированности клеток. Реакция органов и систем человека на облучение характеризуется поражением центральной нервной системы, костного мозга, желудочно-кишечного тракта. Возникает вероятность гибели человека, обусловленная злокачественным ростом. Наступают смерть или сокращение продолжительности жизни, вызванное радиацией. У отдельных индивидуумов происходят изменения генетической характеристики под влиянием генных и хромосомных мутаций. Эти изменения развиваются под воздействием внешнего и внутреннего облучения человека.

6.2. Радиочувствительность органов и систем при внешнем и внутреннем облучении

Внешнее облучение – ИИИ находится снаружи. Внешняя поглощённая доза составляет почти 33% общей дозы облучения и создаётся потоком частиц или квантов от земли и зданий (главным образом калием-40), космическим излучением и антропогенными источниками. При внешнем облучении 14 % дозы создают γ -лучи Земли и зданий, 12% – пищей и напитками, 10% – космическими лучами. Жители Беларуси получают также дополнительное облучение за счёт черновобильских радионуклидов. 90% её создаётся цезием-137, 9% – стронцием-90 и 1% – изотопами плутония. После ядерного взрыва проникающая радиация создаётся потоком γ -лучей и нейтронов, испускаемых примерно в течение 10–25 секунд с момента ядерного взрыва. Если же радиоактивные вещества, находящиеся в воздухе, пище и воде, поступают внутрь организма – они создают внутреннее облучение за счёт α -, β - и γ -облучения. Распределение радионуклидов в организме человека представлено на рисунке 6.1.

Имеются три возможных пути поступления радиоактивных веществ в организм человека:

- 1) через легкие при дыхании;
- 2) через желудочно-кишечный тракт вместе с пищей;
- 3) через здоровую кожу или повреждения и разрезы на ней.

Источники *внутреннего облучения* можно условно разделить на источники черновобильского происхождения (в настоящее время большая их часть цезия-137, стронция-90 и плутония-239, 240 содержится в продуктах питания) и естественного происхождения. Последние создают почти 67% суммарной дозы облучения.

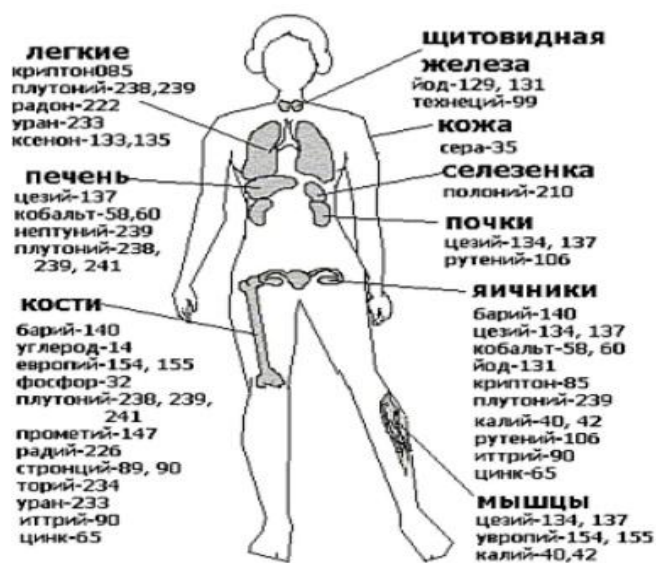


Рисунок 6.1 – Накопление радионуклидов в организме человека

Поглощенные радионуклиды распределяются в организме неравномерно. В костях преимущественно накапливаются кальций, стронций, барий, радий, плутоний, в печени и легких – плутоний, в мышцах – калий, цезий, в селезенке и лимфатических узлах – полоний, ниобий, в щитовидной железе – йод.

При внутреннем облучении степень поражения организма зависит как от количества попавших в организм радионуклидов, распределения их по органам и системам, так и от их времени естественного выведения из организма.

Время, за которое половина радиоактивных веществ выводится из организма за счет обмена веществ, называется **биологическим периодом полувыведения**.

Йод-131 накапливается в щитовидной железе – 30%, остальные 70% равномерно распределяются по всему организму. Биологический период полувыведения его из щитовидной железы составляет 120 суток, из остальных органов организма – 12 суток.

Цезий-137 распределяется в организме почти равномерно, больше накапливается в мышечной ткани. Биологический период полувыведения составляет от 40 до 200 суток.

Стронций-90 накапливается в костях, имеет биологический период полувыведения 49,3 года.

Плутоний-238, плутоний-239, америций-241 накапливаются в скелете (45%), печени (45%), на долю остальных органов и тканей приходится 10%. Биологический период полувыведения их из костей составляет 100 лет, из печени – 40 лет.

При внутреннем облучении относительно активно противостоять радиации могут печень, почки, иммунная и кровеносная системы. Почки являются пассивным фильтром, очищающим кровь от токсинов и продуктов распада. Они регулируют состав жидкостей организма, поддерживают кислотно-щелочной баланс крови, влияющий на чувствительность к радиации, вырабатывают мочу для ускорения вывода ядов из организма, в том числе и радионуклидов. Факторами, перегружающими почки и снижающими эффективность их работы, являются стресс, повышенное содержание мяса в рационе питания, зашлакованность и др. В любом случае нарушение работы почек повышает нагрузку на другие органы выделения. Если шлаки и продукты распада не удаляются с мочой, то они выделяются через поры кожи с потом. Очищению организма от радионуклидов способствует работа печени, которая в организме является «химической лабораторией».

Воздействие ионизирующих излучений на человека характеризуется следующими особенностями:

1. ИИ способно глубоко проникать в облучаемую ткань и оказывать суммарное кумулятивное действие.
2. Поражающий эффект возникает при малых количествах поглощенной энергии ИИ.

3. ИИ способно вызвать отдаленные последствия:

- злокачественные опухоли;
- сокращение длительности жизни;
- снижение иммунитета.

Изменения, происходящие в организме растений, животных и человека под воздействием ионизирующих излучений, определяются такими показателями, как радиочувствительность и радиорезистентность (радиоустойчивость).

Радиочувствительность – это чувствительность организма, его органов, тканей и клеток к воздействию ионизирующих излучений.

К биологическим факторам, влияющим на радиочувствительность, относят:

- пол человека (мужчины более радиочувствительные, чем женщины);
- возраст облучаемого человека (наиболее радиочувствительные молодые и пожилые люди);
- общее состояние организма и активность его иммунной системы;
- состояние гомеостаза в организме и степень кровоснабжения органа;
- генетическую радиочувствительность клеток;
- характер дополнительного, помимо радиационного, воздействия на организм (ультрафиолетовое излучение и курение повышают чувствительность к облучению).

Радиоустойчивость (радиорезистентность) – это устойчивость организма или его тканей, органов, систем к воздействию ионизирующих излучений.

Различия в радиочувствительности отмечены не только на уровне целого организма, но и на уровне его тканей, органов, клеток, молекул. Установлено, что морфологические изменения в кроветворной ткани выявляются при сравнительно меньших дозах, чем в мышечной или костной. Молодые, быстро размножающиеся клетки более радиочувствительны, чем зрелые.

Обладая различной радиочувствительностью, ткани и органы имеют разные коэффициенты радиационного риска (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Коэффициенты радиационного риска при равномерном облучении всего организма

Наименование ткани или органа	Коэффициент радиационного риска
Гонады (половые железы)	0,25
Молочные железы	0,15
Красный костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Мочевой пузырь	0,05
Кожа	0,01
Поверхность костей	0,01
Остальные органы	0,05

Самыми радиочувствительными являются гонады (яичники и семенники), красный костный мозг и молочные железы у женщин. Радиочувствительность всего организма приравнивают к радиочувствительности кроветворных клеток. Но она не одинаковая для всей человеческой популяции: 14–20% людей радиорезистентны, 10–20% – обладают повышенной радиочувствительностью и 7–10% – сверх радиочувствительны. Радиочувствительность у взрослых и детей различается многократно.

6.3 Детерминированные и стохастические эффекты. Радиационные синдромы. Острая и хроническая лучевая болезнь

Критические органы – жизненно важные органы и системы, которые в данном диапазоне доз повреждаются первыми, что обуславливает гибель организма в определенные сроки после облучения.

В зависимости от воздействия ионизирующего излучения на критический орган выделяют 3 основных радиационных синдрома:

1) костно-мозговой – развивается при облучении в диапазоне доз 1–10 Гр, средняя продолжительность жизни – не более 40 суток, на первый план выступают нарушения гемопоэза.

2) желудочно-кишечный – развивается при облучении в диапазоне доз 10–80 Гр, средняя продолжительность жизни около 8 суток, ведущим является поражение тонкого кишечника.

3) церебральный – развивается при облучении в дозах более 80–100 Гр, продолжительность жизни менее 2 суток, развиваются необратимые изменения в ЦНС.

Радиобиологические эффекты делятся на детерминированные и стохастические.

Детерминированные эффекты излучения – вредные эффекты, у которых существует порог, ниже которого они отсутствуют, а выше – тяжесть эффекта зависит от дозы облучения.

Пороговая доза облучения для большинства клеток достаточно большая (не менее 0,1 Зв). Для различных радиочувствительных органов и тканей пороговая доза облучения неодинаковая. Они бывают:

1) ближайшие – первичная реакция и поражение организма наступают в течение нескольких недель после острого облучения (острая и хроническая лучевая болезнь, местные лучевые поражения и др.);

2) отдаленные – проявляются через годы после облучения. Включают нарушения склеротических процессов, лучевую катаракту, изменения в половой системе, временную или постоянную стерилизацию, иммунодепрессию и иммунодефицит, сокращение средней и ожидаемой продолжительности жизни и др.

Острая лучевая болезнь (ОЛБ) – одномоментная радиационная травма всех органов и систем организма, развивающаяся после острого облучения различными видами ИИ в дозах, превышающих «пороговую» дозу облучения, равную 1 Гр.

Выделяют четыре основные формы ОЛБ:

- 1) костномозговая (кроветворная);
- 2) кишечная;
- 3) сосудистая (токсемическая);
- 4) церебральная.

Костномозговая форма ОЛБ развивается после облучения в дозе 1–10 Гр, кишечная – 10–20 Гр, токсемическая – 20–80 Гр и церебральная – более 80 Гр.

В зависимости от поглощенной дозы костномозговая форма ОЛБ подразделяется по степеням тяжести (таблица 2.4):

- 1) лёгкая степень – возникает после облучения в дозе 1–2 Гр;
- 2) средняя степень – после облучения в дозе 2–4 Гр;
- 3) тяжёлая степень – после облучения в дозе 4–6 Гр;
- 4) крайне тяжёлая степень – наблюдается при дозах 6–10 Гр.

Таблица 6.4 – Характеристика основных форм острой лучевой болезни

Степень острой лучевой болезни	Доза облучения, Гр	Характеристика симптомов
Легкая	1–2	Скрытый период продолжается 2–3 недели, после чего появляются недомогание, общая слабость, тошнота, головокружение, периодическое повышение температуры тела, заметные изменения в составе крови. Как правило, в результате лечения человек выздоравливает.
Средняя	2–4	Скрытый период длится около недели. Признаки заболевания выражены более ярко. Появляются рвота, головные боли, наблюдаются кровоизлияния и потеря аппетита. Летальность может достигать 30%.
Тяжелая	4–6	Скрытый период составляет несколько часов. Появляются сильная головная боль, рвота, интенсивное выпадение волос. Летальность может составлять 30-100%.
Крайне тяжелая	6–10	Скрытого периода нет. Признаки заболевания проявляются сразу. Летальность достигает 100%.

В течении острой лучевой болезни выделяют следующие периоды развития болезни:

- 1) период формирования;
- 2) период восстановления;
- 3) период исходов и последствий.

Хроническая лучевая болезнь представляет собой заболевание, вызванное повторными или продолжительным облучением организма в малых дозах, либо является результатом перенесённой острой лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь характеризуется:

- длительностью и фазностью течения, которая носит волнообразный характер. Это отражает, с одной стороны, проявление повреждений, а с другой – восстановительные и приспособительные реакции в организме;
- особенностями проявления;
- наличием отдаленных последствий.

Хроническая лучевая болезнь имеет три степени тяжести:

- первая степень (легкая) – доза до 1,5 Гр;
- вторая степень (средняя) – доза 1,5-2,0 Гр;
- третья степень (тяжелая) – доза 2,0-2,5 Гр.

Стохастическими называют вредные эффекты, не имеющие дозового порога. Для них вероятность возникновения рассматривают как функцию дозы, а тяжесть проявления не зависит от дозы облучения.

Они возникают при облучении малыми дозами и проявляются при любой дозе, отличной от нуля. Вероятность возникновения стохастических беспороговых эффектов пропорциональна дозе облучения. При увеличении дозы облучения повышается ожидаемое число случаев лейкозов, опухолей и генетических последствий облучения, а не их тяжесть. Латентный (скрытый) период возникновения этих эффектов у облученного человека составляет от 2–5 до 30–50 и более лет.

Тератогенное действие радиации – возникновение пороков развития плода вследствие облучения его в утробе матери. Тератогенные эффекты в виде различных пороков развития, задержки умственного развития и уродств возникают даже после незначительных доз облучения ($> 0,1$ Гр) в первых 38 дней эмбрионального периода. Они являются разновидностью соматических эффектов, т.к. возникают у ребенка в результате непосредственного облучения его на стадии эмбриона или плода.

Радиопротекторы – химические вещества, используемые для повышения устойчивости (радиорезистентности) организма к облучению.

Большинство радиопротекторов принимают за 5–30 мин до облучения. Средства ранней терапии эффективны при введении непосредственно или в ближайшее время после облучения. Радиозащитное действие препаратов реализуется благодаря их взаимодействию с рецепторами радиочувствительных клеток.

Диапазон устойчивости к радиации в живой природе необычайно широк. Наиболее устойчивы к действию ионизирующих излучений микроорганизмы (бактерии, простейшие, дрожжи и др.). По мере усложнения биологической организации объектов их устойчивость к радиации снижается. Наиболее радиочувствительными являются млекопитающие. Хладнокровные животные более радиорезистентны, чем теплокровные организмы. Человек по уровню радиочувствительности занимает примерно срединное положение среди млекопитающих. Растения выносливее, чем животные, однако их радиочувствительность тоже колеблется в больших пределах в зависимости от вида.

6.4 Основные принципы и нормы радиационной безопасности

Радиационная безопасность – это состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Для контроля за обеспечением радиационной безопасности созданы международные организации, на рекомендациях которых основано правовое регулирование использования источников ионизирующего излучения в различных странах.

МКРЗ (ICRP) – Международная комиссия по радиологической защите – независимый, неправительственный орган (1928 г.). Её цель – установление основных принципов радиационной защиты и публикация соответствующих рекомендаций. В отдельных странах имеются свои национальные комиссии по радиационной защите НКРЗ.

НКДАР (UNSCEAR) – Научный комитет по действию атомной радиации (1955 г.), образованный Генеральной Ассамблеей ООН. Он предназначен для сбора, изучения и распространения информации по наблюдавшимся уровням ионизирующего облучения и радиоактивности (естественной и антропогенной) окружающей среды, а также по последствиям такого облучения для человека и окружающей среды.

МАГАТЭ (IAEA) – Международное агентство по атомной энергии (1957 г.). Это международная межправительственная организация для осуществления сотрудничества и использования ядерной энергии в мирных целях. Агентство оказывает содействие всем странам в развитии ядерной инфраструктуры и осуществляет контроль за безопасностью ядерной энергетики.

В Республике Беларусь основными законодательными документами в области радиационной безопасности являются:

1. Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности»;
2. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
3. Закон Республики Беларусь от 30 июля 2008 г. № 426-З «Об использовании атомной энергии»;
4. Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности».

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности» выделяют следующие основные принципы обеспечения радиационной безопасности:

- *принцип нормирования* – непревышение в ситуации планируемого облучения (за исключением медицинского облучения) пределов доз профессионального облучения и облучения населения от всех источников ионизирующего излучения;
- *принцип обоснования* – запрещение всех видов деятельности по обращению с источниками ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риска возможного вреда, причиненного облучением, превышающим естественный радиационный фон;
- *принцип оптимизации* – поддержание на достижимо низком уровне с учетом экономических и социальных факторов доз профессионального облучения и облучения населения, а также числа облучаемых лиц при обращении с любым источником ионизирующего излучения;

- *принцип оправданности* – облучение от источников излучения, которые не являются частью практической деятельности, должно быть снижено путем вмешательства, если это вмешательство оправдано, а меры вмешательства – оптимизированы. Практическая деятельность, которая приводит или может привести к облучению в результате воздействия излучения, должна быть приемлема только в том случае, если она приносит облучаемым людям или обществу пользу в объеме, превосходящем тот радиационный ущерб, который она наносит или может нанести (т.е. практическая деятельность должна быть оправданной)%

- *принцип ответственности* – юридическое лицо, получившее разрешение на осуществление практической деятельности, при которой используется источник излучения, должно нести основную ответственность за защиту и безопасность;

- *принцип культуры производства* – Следует внедрять культуру безопасности, которая определяет позицию всех организаций и поведение отдельных лиц, имеющих дело с источниками излучения, в вопросах защиты и безопасности;

- *принцип многоуровневой защиты* – в проект и регламенты по эксплуатации источников излучения должны быть включены меры многоуровневой защиты, при которых функции вышедшего из строя уровня выполняются другими уровнями с сохранением безопасности работы объекта;

- *принцип рационального управления и эффективных инженерно-технических мер* – защита и безопасность должны достигаться за счет рационального управления и эффективных инженерно-технических мер, обеспечения качества, подготовки и квалификации персонала, всеобъемлющих оценок безопасности и учета выводов, подсказанных накопленным опытом и проведенными исследованиями.

В условиях радиационной аварии принципы радиационной безопасности относят не к ИИИ и условиям облучения, а к защитным мероприятиям:

1) принцип обоснования – оценивает предотвращенную защитным мероприятием дозу. При этом в обязательном порядке проводят мероприятия, направленные на восстановление контроля над источниками излучения;

2) принцип оптимизации – учитывает предотвращаемую дозу облучения и ущерб, связанный с защитными мероприятиями (вмешательством). Вмешательства должны приносить больше пользы, чем вреда. Величину пользы оценивают по предотвращенной данным мероприятием дозе облучения. При этом, сводят к минимуму дозы облучения, количество облученных лиц, радиоактивное загрязнение окружающей среды, экономические и социальные потери, вызванные радиоактивным загрязнением. Виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии реализуют таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.

3) Принцип нормирования обеспечивает соблюдение норм радиационной безопасности.

Основными элементами системы обеспечения радиационной безопасности являются:

- нормирование в области обеспечения радиационной безопасности;
- классификация источников ионизирующего излучения по степени радиационной опасности;
- установление требований в области обеспечения радиационной безопасности источников ионизирующего излучения, в том числе утверждение и введение в действие обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов в области обеспечения радиационной безопасности;
- лицензирование деятельности в области использования источников ионизирующего излучения;
- экспертиза безопасности в области использования источников ионизирующего излучения и государственная санитарно-гигиеническая экспертиза;
- государственная регистрация типа источника ионизирующего излучения;
- обозначение источников ионизирующего излучения и радиационных объектов знаками радиационной опасности;
- учет и контроль источников ионизирующего излучения;
- учет доз облучения населения и профессионального облучения;
- производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности;
- обучение и проверка знаний по вопросам радиационной безопасности;
- консультирование в области обеспечения радиационной безопасности;
- оценка воздействия на окружающую среду и государственная экологическая экспертиза;
- радиационный мониторинг и радиационно-гигиенический мониторинг;
- радиационный контроль;
- государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности, государственный санитарный надзор за соблюдением проверяемыми субъектами законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения в части обеспечения радиационной безопасности;
- информирование населения о радиационной обстановке и мерах по обеспечению радиационной безопасности.

Нормирование – установление норм и правил по обеспечению радиационной безопасности. С целью снижения дозовой нагрузки облучения на население Республики Беларусь сразу же после аварии на ЧАЭС были введены нормативы по допустимому содержанию радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания и питьевой воде. В настоящее время содержание радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде регламентируется Гигиеническими нормативами (ГН) № 10-

117-99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде» (РДУ-99) (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде

Наименование продукта	Нормативы (Бк/кг, Бк/л)				
	ВДУ-86	РКУ-90	РДУ-92	РДУ-96	РДУ-99
Для цезия-137					
Вода питьевая	370	18,5	18,5	18,5	10
Молоко и цельномолочная продукция	370	185	111	111	100
Молоко сгущенное и концентрированное	7400	370	111	370	200
Творог и творожные изделия	3700	185	111	370	50
Сыры сычужные и плавленые	3700	185	111	370	50
Масло коровье	7400	370	111	370	100
Мясо и мясные продукты (говядина и баранина)	3700	592	600	600	500
Свинина, птица и продукты из них	3700	592	600	370	180
Картофель	3700	592	370	100	80
Хлеб и хлебобулочные изделия	-	370	185	74	40
Мука, крупы, сахар	-	370	370	100	60
Жиры растительные	7400	185	185	185	40
Жиры животные и маргарин	7400	185	185	185	100
Фрукты	-	-	185	185	40
Садовые ягоды	-	185	185	185	70
Овощи и корнеплоды	-	185	185	100	100
Консервированные продукты из овощей и фруктов	-	185	185	74	74
Дикорастущие ягоды и их консервированные продукты	-	3700	185	185	185
Грибы свежие	-	185	185	370	370
Грибы сушеные	-	3700	3700	3700	2500
Специализированные продукты детского питания	-	37	37	37	37
Прочие продукты питания	-	592	370	370	370
Для стронция-90					
Вода питьевая	-	0,37	0,37	0,37	0,37
Молоко натуральное	-	3,7	3,7	3,7	3,7
Картофель	-	-	3,7	3,7	3,7
Хлеб, хлебобулочные продукты	-	1,85	3,7	3,7	3,7
Детское питание	-	1,85	1,85	1,85	1,85

В Республике Беларусь также действуют гигиенические нормативы по допустимому содержанию радионуклидов в лесной продукции – ГН 2.6.1.10-1-01-2001 «Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в

древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства» (РДУ/ЛХ-2001).

Допустимые нормы облучения человека

В Беларуси, с момента аварии в Чернобыле, наибольшее распространение имела внесистемная единица измерения мкР/час, отражающая *экспозиционную дозу*, которая характеризует меру ионизации вещества и поглощенную им дозу. Данная величина не учитывает различия в воздействии разных видов радиации (альфа, бета, нейтронного, гама, рентгеновского) на живой организм

Наиболее объективная характеристика это – *эквивалентная доза* ионизирующего излучения, измеряемая в Зивертах. Для оценки биологического действия радиации в основном применяется ***мощность эквивалентной дозы*** радиации, измеряемая в Зивертах в час. То есть это оценка воздействия радиации на организм человека за единицу времени, в данном случае за час. Учитывая, что 1 Зиверт это значительная доза радиации, для удобства применяют кратную ей величину, указываемую в микро Зивертах – мкЗв/час:

$$1 \text{ Зв/час} = 1000 \text{ мЗв/час} = 1\,000\,000 \text{ мкЗв/час}.$$

Могут применяться величины, характеризующие воздействия радиации за более длительный период, например, за 1 год.

К примеру, в нормах радиационной безопасности НРБ-99/2009 (пункты 3.1.2, 5.2.1, 5.4.4), указана норма допустимого воздействия радиации для населения *от техногенных источников* **1 мЗв/год**.

В нормативных документах СП 2.6.1.2612-10 (пункт 5.1.2) и СанПиН 2.6.1.2800-10 (пункт 4.1.3) указаны ***приемлемые*** нормы для *естественных источников радиоактивного излучения*, величиной **5 мЗв/год**.

В соответствии с нормативными документами, допустимый уровень радиации от *естественных источников* излучения **5 мЗв/год**, а от искусственных (техногенных) источников радиоактивного излучения всего **1 мЗв/год**.

По механизму своего воздействия, видам излучения радиации и степени ее действия на живой организм, естественные и техногенные источники радиации *не отличаются*.

- норма в 5 мЗв/год, указывает, что человек в течении года может максимально получить суммарную дозу радиации, поглощенную его телом в 5 миллиЗиверт. В эту дозу не входят все источники техногенного воздействия, такие как медицинские, от загрязнения окружающей среды радиоактивными отходами, утечки радиации на АЭС и т.д.

- для оценки, какая доза радиации допустима в виде фоновое излучения в данный момент, посчитаем: общую годовую норму в 5000 мкЗв (5 мЗв) делим на 365 дней в году, делим на 24 часа в сутки, получим $5000/365/24 = 0,57 \text{ мкЗв/час}$.

- полученное значение 0,57 мкЗв/час, это предельно допустимое фоновое излучение от природных источников, которое считается приемлемым.

• в среднем радиоактивный фон (он давно уже не естественный) колеблется в пределах 0,11 - 0,16 мкЗв/час. *Это нормальный фон радиации.*

Нормирование доз облучения человека в Республике Беларусь существует для для двух групп:

Персонал – лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).

Население – все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения. Как следует из данных таблицы 6.6

А) для профессионалов пределы доз равны:

1) индивидуальная эффективная доза – 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год;

2) эквивалентная доза: в хрусталике глаза – 150 в год, в коже – 500 мЗв в год, в кистях и стопах – 500 мЗв в год;

3) коэффициенты номинального риска с учетом вреда злокачественных новообразований и наследственных заболеваний: $4,2 \times 10^{-2}$ Зв-1, из которых $4,1 \times 10^{-2}$ Зв-1 приходится на злокачественные новообразования, а $0,1 \times 10^{-2}$ Зв-1 – на наследственные эффекты.

Таблица 6.6 – Нормы облучения населения в Республике Беларусь

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год: в хрусталике глаза коже кистях и стопах	150 мЗв 500 мЗв 500 мЗв	15 мЗв 50 мЗв 50 мЗв

Б) для населения:

1) индивидуальная эффективная доза: 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год;

2) эквивалентная доза в: хрусталике глаза – 15 мЗв в год, коже – 50 мЗв в год, кистях и стопах – 50 мЗв в год;

3) коэффициенты номинального риска с учетом вреда злокачественных новообразований и наследственных заболеваний: $5,7 \times 10^{-2}$ Зв-1, из которых $5,5 \times 10^{-2}$ Зв-1 приходится на злокачественные новообразования, а $0,2 \times 10^{-2}$ Зв-1 – на наследственные эффекты.

Для каждой категории облучаемых лиц значение допустимого уровня радиационного воздействия определяют так, чтобы при воздействии только облучения в течение года величина дозы равнялась величине соответствующего годового предела, усредненного за пять лет.

Рекомендуемые уровни доз облучения для работников в условиях радиационной аварии рассчитываются исходя из десятикратного значения предела дозы облучения для персонала.

Значения допустимых стандартов для расчета уровней внешнего и внутреннего облучения характеризуются следующими параметрами:

– для персонала: $V_{\text{перс}} = 2,4 \times 10^3 \text{ м}^3$ в год; $t_{\text{перс}} = 1700 \text{ ч}$ в год; $M_{\text{перс}} = 0$;

– для населения: $t_{\text{нас}} = 8800 \text{ ч}$ в год; $M_{\text{нас}} = 730 \text{ кг}$ в год. Значение $V_{\text{нас}}$ для населения в зависимости от возраста человека колеблется от $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ – для возрастной группы «новорожденные до 1 года» до $8100 \text{ м}^3/\text{год}$ – для возрастной группы «взрослые (старше 17 лет)».

В этих формулах приняты следующие обозначения: V – объем вдыхаемого воздуха, с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года; t – время облучения в течение календарного года; M – масса питьевой воды, с которой радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года.

С целью ограничения внутреннего облучения и нормирования поступления радионуклидов через органы дыхания в форме радиоактивных аэрозолей, их химические соединения разделены на три типа в зависимости от скорости перехода радионуклида из легких в кровь:

1) тип «М» – медленно растворимые соединения. При растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, наблюдается компонента активности радионуклида, поступающая в кровь со скоростью $0,0001 \text{ сут.}^{-1}$;

2) тип «П» – соединения, растворимые с промежуточной скоростью, при растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, основная активность радионуклида поступает в кровь со скоростью $0,005 \text{ сут.}^{-1}$;

3) тип «Б» – быстро растворимые соединения. При растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, основная активность радионуклида поступает в кровь со скоростью 100 сут.^{-1} ;

4) для целей нормирования поступления радионуклидов через органы дыхания в форме радиоактивных газов выделены типы «Г» (Г1 – Г3) газов и паров соединений некоторых элементов.

Радионуклиды в зависимости от минимально значимой суммарной активности делят на 4 группы радиационной опасности:

А – $1 \times 10^3 \text{ Бк}$;

Б – $1 \times 10^4 \text{ Бк}$ и $1 \times 10^5 \text{ Бк}$;

В – $1 \times 10^6 \text{ Бк}$ и $1 \times 10^7 \text{ Бк}$;

Г – $1 \times 10^8 \text{ Бк}$ и $1 \times 10^9 \text{ Бк}$, а также Kr-83m, Kr-85m и Xe-135m.

Радиационный мониторинг – это система регулярных наблюдений с целью оценки состояния радиационной обстановки, а также прогноза ее изменения в будущем.

Радиационный мониторинг является составной частью Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС), в рамках которой осуществляются наблюдения:

- за естественным радиационным фоном;
- за радиационным фоном в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения;
- за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы, на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга представлена на рисунке 6.2.

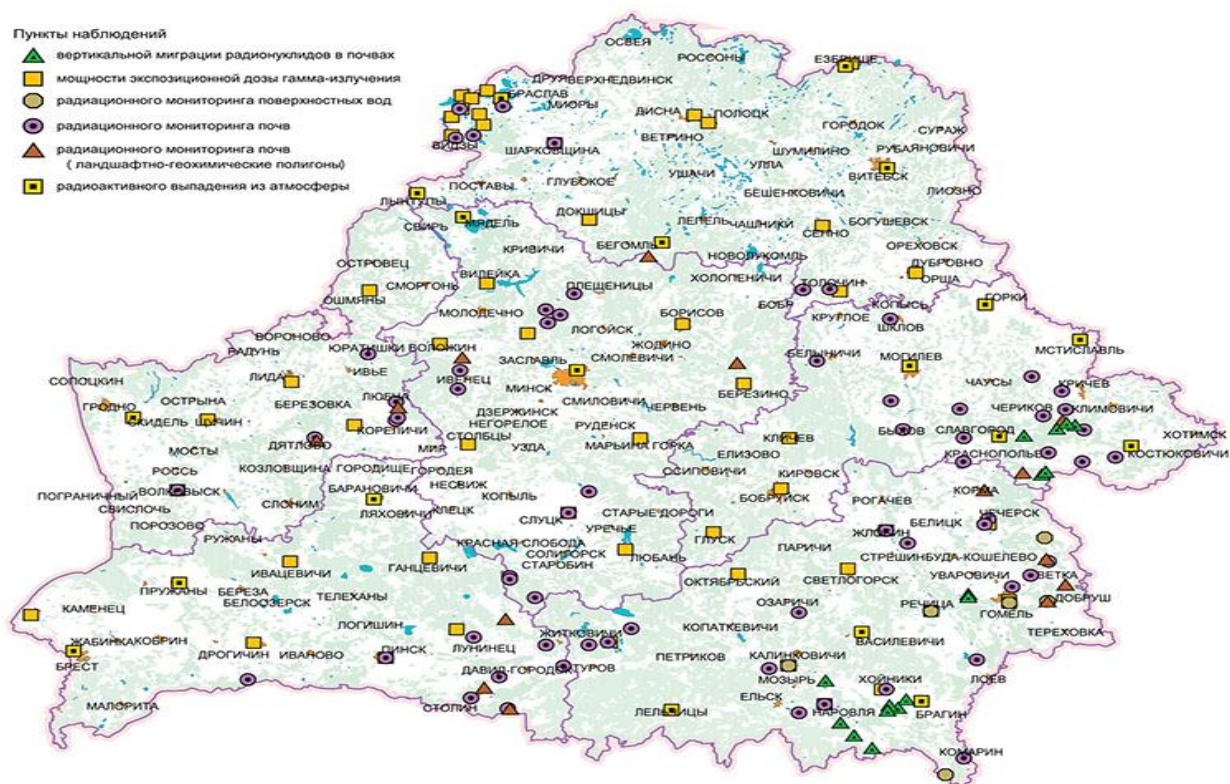


Рисунок 6.2 - Сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга

В настоящее время функционируют **120 пунктов наблюдений радиационного мониторинга**:

- 43 пункта наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, в том числе 3 пункта наблюдений в районе воздействия Белорусской АЭС, 2 пункта наблюдений, которые находятся на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Параметры наблюдений: измерение мощности дозы гамма-излучения, суммарная бета-активность, активность гамма-излучающих радионуклидов (цезия-137, берилия-7, свинца-210), активность стронция-90;

- 19 пунктов наблюдений радиационного мониторинга поверхностных вод, в том числе 3 пункта наблюдений в районе воздействия Белорусской АЭС, 3 пункта наблюдений, которые находятся на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В отобранных пробах определяются параметры наблюдений: суммарная альфа-, бета-активность, объемная активность цезия-137 и стронция-90, а также активность цезия-137 и стронция-90 в донных отложениях;

- 6 пунктов наблюдений радиационного мониторинга подземных вод, которые представляют собой наблюдательные скважины, оборудованные на один из водоносных горизонтов для отбора проб грунтовых и артезианских вод, расположенные в крупных населенных пунктах, с учетом уровня радиоактивного загрязнения территории. Параметры наблюдений: суммарная альфа-, бета-активность, содержание радионуклидов цезия-137 и стронция-90;

- 52 пункта наблюдений радиационного мониторинга почвы: 38 реперных площадок и 14 ландшафтно-геохимических полигонов, в том числе 4 пункта наблюдений в районе воздействия Белорусской АЭС, 3 пункта наблюдений, которые находятся на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Параметры наблюдений: на реперных пунктах – уровень мощности дозы гамма-излучения, активность цезия-137, стронция-90; на ЛГХП – уровень мощности дозы гамма-излучения, послойный отбор с шагом 1 см распределение активности цезия-137 и стронция-90 в почве на глубине 30 см (10 см для пунктов наблюдений, находящихся в районе воздействия Белорусской АЭС).

Радиационный контроль – комплекс административных, организационных, технических и правовых мер, направленных на снижение вредного воздействия радиации на население и другие категории облучаемых лиц, минимизацию последствий облучения населения страны от загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами в результате катастрофы на ЧАЭС. Контроль радиоактивного загрязнения осуществляется в целях:

- обеспечения радиационной безопасности населения;
- заготовки, производства и реализации продукции и сырья с содержанием радионуклидов, не превышающим референтных уровней, установленных гигиеническими нормативами, иных нормативов предельно допустимого воздействия ионизирующего излучения;
- оценки радиационной обстановки и уровней воздействия ионизирующего излучения радионуклидов чернобыльского происхождения на человека;
- планирования и проведения защитных мероприятий на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, и оценки их эффективности.

Контроль радиоактивного загрязнения основывается на принципах:

- достаточности и оптимизации выбора объектов и объемов контроля радиоактивного загрязнения;

- соблюдения нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, устанавливающих требования к радиационной безопасности объектов контроля радиоактивного загрязнения;
- оперативности получения информации.

Система контроля радиоактивного загрязнения функционирует на *республиканском, ведомственном и производственном* уровнях.

Республиканский уровень устанавливает основополагающие принципы и подходы в области контроля радиоактивного загрязнения, определяемые уполномоченными органами государственного управления. На *республиканском* уровне контроль радиоактивного загрязнения обеспечивают:

- Министерство по чрезвычайным ситуациям;
- Министерство здравоохранения;
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- Государственный комитет по стандартизации.

Ведомственный уровень устанавливает конкретные принципы и подходы в конкретных направлениях контроля радиоактивного загрязнения. На *ведомственном* уровне контроль радиоактивного загрязнения обеспечивают:

- Министерство сельского хозяйства и продовольствия;
- Министерство лесного хозяйства;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства;
- Министерство энергетики;
- Белорусский республиканский союз потребительских обществ;
- иные органы государственного управления, обеспечивающие контроль радиоактивного загрязнения в курируемой сфере деятельности.

Основу ведомственного уровня контроля радиоактивного загрязнения составляют правила контроля радиоактивного загрязнения, определяющие порядок его осуществления по конкретным сферам деятельности, разрабатываемые и утверждаемые республиканскими органами государственного управления в пределах установленной законодательством компетенции.

Правила контроля радиоактивного загрязнения определяют объекты контроля, его периодичность, объем, в зависимости от территории радиоактивного загрязнения и объекта контроля, а также иные требования к порядку его проведения с учетом радиационной обстановки на территории сырьевых зон, ранее полученных данных контроля радиоактивного загрязнения, специфики технологий производства и других факторов.

Производственный уровень включает в себя подразделения контроля радиоактивного загрязнения, осуществляющие непосредственно деятельность по измерению уровней радиоактивного загрязнения. Данный уровень основывается на схемах контроля, определяющих перечень объектов контроля радиоактивного загрязнения, перечень контролируемых параметров, объемы контроля, технические нормативные правовые акты, устанавливающие требования к объектам контроля радиоактивного

загрязнения, используемые средства измерений и методики их выполнения, а также перечень должностных лиц, ответственных за организацию и проведение контроля радиоактивного загрязнения.

7. Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС и мероприятия по защите населения от ионизирующего излучения

7.1 Атомная энергетика, как источник радиационной опасности. Принцип работы основных типов ядерных реакторов

В основе работы атомной станции – цепная ядерная реакция. На АЭС энергия конвертируется трижды: сначала ядерная энергия превращается в тепловую, далее тепловая в механическую, а механическая в электрическую.

Преобразование ядерной энергии в тепловую происходит в активной зоне ядерного реактора, где в результате деления урана выделяется значительное количество тепла. Топливом для реактора обычно служит обогащенный уран, который находится в ТВЭЛах (тепловыделяющих элементах), совокупность которых составляет тепловыделяющую сборку. Такие сборки формируют активную зону реактора.

Уран, содержащийся в ТВЭЛах, является радионуклидом – элементом с нестабильным ядром, благодаря этому свойству он может подвергаться радиоактивному распаду. В результате распада ядро расщепляется на два осколка деления, высвобождает энергию и генерирует от 1 до 8 нейтронов. При этом нейтроны имеют достаточно высокую скорость и, сталкиваясь с соседними ядрами, провоцируют следующие деления, благодаря этому снова происходит реакция деления, в результате чего нейтронов становится больше. Если частицы, вызывающие ядерную реакцию, возникают как продукты этой реакции – то это цепная реакция деления.

Образующиеся осколки деления имеют большую кинетическую энергию, которая через столкновение с атомами других элементов трансформируется в тепло – процесс термализации. Это тепло переносит теплоноситель, которым обычно является очищенная вода, подаваемая в парогенератор главными циркуляционными насосами. Первый контур теплоносителя реакторной установки – это контур вместе с системой компенсации давления и главными циркуляционными насосами, которые предназначены для обеспечения циркуляции теплоносителя через активную зону в установленных проектом режимах и условиях эксплуатации. Теплоноситель, который контактирует с тепловыделяющими сборками, становится радиоактивным, поэтому он замкнут в пределах первого контура и не имеет прямого контакта со вторым контуром.

Вода из замкнутого 1-го контура в парогенераторе передает свою тепловую энергию для теплоносителя 2-го контура – обычной очищенной воды, в результате чего происходит ее кипение. Охлажденный теплоноситель с помощью главного циркуляционного насоса снова направляется в реактор, и контур замыкается. Пар, образовавшийся в парогенераторе, по трубопроводам 2-го контура направляется на паровую турбину и вращает ее лопатки. Так происходит преобразование тепловой энергии в механическую. Одновременно к паровой турбине присоединен электрогенератор, который

генерирует электрическую энергию, т.е. происходит преобразование механической энергии в электрическую.

Типы реакторов.

Сегодня в 32 странах работает около 440 ядерных реакторов с общей мощностью около 390 ГВт. В 2022 году они дали 2545 ТВт-ч, то есть примерно 10% мировой электроэнергии. По состоянию на ноябрь 2023 года в мире строится около 60 реакторов, планируется построить еще 110, в основном они будут расположены в Азии. За последние 20 лет было выведено из эксплуатации 108 реакторов из запущенных 97. И хотя существуют десятки проектов реакторов различной мощности, все они относятся к одному из четырех широких классов:

Реакторы I поколения – прототипные промышленные реакторы, разработанные в 1950-х и 1960-х годах. Это видоизмененные и увеличенные модели военных реакторов, которые использовались на подводных лодках или производили плутоний.

Реакторы II поколения – большинство промышленных реакторов в мире относятся к этому классу, в частности РБМК и ВВЭР-1000.

Реакторы III поколения отличаются увеличенным сроком эксплуатации (рассчитан на 60 лет эксплуатации с возможностью продления до 100 лет эксплуатации до полного капитального ремонта и замены корпуса реактора), в отличие от реакторов второго поколения. В реакторы III+ поколения внедрены системы пассивной безопасности, которые не требуют постоянных действий оператора или электронной обратной связи для безопасного отключения станции в случае аварийной ситуации. К реакторам III+ поколения относятся AP1000 Westinghouse.

Наконец, *реакторы IV поколения* разрабатываются для промышленного использования через двадцать-тридцать лет. К ним относятся GFR – реакторная система на быстрых нейтронах с газовым охлаждением, LFR – реакторная система со свинцовым охлаждением и быстрыми нейтронами, MSR – реакторная система с расплавленными солями, SCWR – реакторная система с охлаждением сверхкритической водой, SFR – реакторная система с быстрыми нейтронами и натриевым охлаждением, VHTR – сверхвысокотемпературная реакторная система.

Отличие между РБМК и ВВЭР-1000.

РБМК (реактор большой мощности канальный) – это реактор с кипящей водой и графитовым замедлителем, который относится ко второму поколению.

Активная зона – графитовый цилиндр, помещенный в бетонную шахту. Каждая топливная сборка размещается в одном из 1661 вертикальных технологических каналов диаметром 88х4 мм, теплоноситель охлаждает ТВЭЛы, в которых находятся таблетки с диоксидом урана и перегружать топливо возможно без остановки реактора.

Реакторы этого типа использовались на Чернобыльской АЭС в Украине, на которой в 1986 году произошла самая серьезная в мире авария на гражданском атомном объекте. Конструкция этого реактора имеет

основательные недостатки – реактивность возрастает при увеличении объема пара, а активная зона страдает от неравномерности энерговыделения; к тому же, ряд дополнительных проблем, в частности большое количество каналов (1 693 в РБМК-1000), обостряет эти недостатки.

Некоторые конструкционные недостатки РБМК были исправлены в результате опыта, приобретенного в Чернобыле: увеличена степень обогащения урана и время срабатывания системы управления было снижено в 10 раз, что свело на нет эффект положительной остановки. Но остались другие проблемы, которые по техническим или экономическим причинам невыгодно исправлять. Например, только на двух из двенадцати до сих пор эксплуатируемых реакторов этого типа установлены полностью независимые системы вторичного удержания, поэтому остальные десять реакторов не соответствуют требованиям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) по безопасности.

Реакторы РБМК также содержат больше циркониевых сплавов, чем все другие типы реакторов (примерно на 50% больше, чем обычный BWR2), и большое количество графита (примерно 1700 тонн). Возгорание графита может существенно осложнить аварийную ситуацию. Кроме того, при высоких температурах графит бурно реагирует с водой, образуя взрывоопасный водород. Разрушение одного канала в РБМК не обязательно приводит к катастрофическим последствиям. Однако большое количество каналов и труб требует соответствующего количества сварочных швов, а на системе такого размера трудно проводить профилактические осмотры и обслуживание.

Способность системы удержания РБМК справляться с повышением давления была улучшена, и теперь она может выдержать одновременный разрыв до девяти каналов. Но если после аварии с потерей теплоносителя прекратится его поток через какой-то канал, температура может достичь настолько высоких значений, что разорвутся вплоть до сорока каналов.

Следствием может стать катастрофическое разрушение всей активной зоны. Фундаментальные конструкционные недостатки этих реакторов привели к тому, что международное сообщество классифицирует эти реакторы как «неулучшаемые» и прилагает усилия, чтобы закрыть их.

Советские реакторы ВВЭР разрабатывались как энергетические установки для военных подводных лодок, поэтому они имеют меньшие размеры и более высокую мощность, по сравнению с другими типами. Теплоносителем и замедлителем в этих реакторах является вода. Активная зона расположена в корпусе реактора и нагревает теплоноситель первого контура, находящийся под давлением, не доводя его до кипения. Он передает тепло теплоносителю второго контура через теплообменные трубки парогенератора, благодаря чему происходит кипение и испарение теплоносителя второго контура. Пар, который генерируется в парогенераторе, через паропроводы попадает на турбину. Это устойчивый тип реактора благодаря отрицательному температурному коэффициенту реактивности.

Сейчас в семи странах Восточной Европы установлено 53 таких реактора трех основных разновидностей. Самая старая разновидность – реактор I поколения ВВЭР 440-230. В реакторах 440-213, которые относятся ко второму поколению ВВЭР, появилась более эффективная система аварийного охлаждения активной зоны, которая еще не составляет полной системы вторичного удержания, но имеет систему улавливания выброса радиоактивности при аварии – башню пузырьковой конденсации – хотя она и не защищает активную зону от внешних событий. В третьей конструкции серии ВВЭР, 1000-320, конструкция претерпела дальнейшие изменения и увеличила мощность до 1000МВт. Поэтому реакторы ВВЭР-1000 значительно безопаснее по сравнению с РБМК.

Как уже говорилось выше, в технологических схемах АЭС тепло, подаваемое на турбины, образуется в результате ядерного деления. С этим технологическим процессом связан ряд существенных преимуществ АЭС по сравнению с тепловыми станциями:

- для производства одинакового количества энергии требуется в несколько тысяч раз меньше ядерного топлива, чем угля для ТЭС;
- значительно упрощается доставка топлива;
- период работы АЭС при разовой загрузке ядерного топлива намного более длительный (от года и более), чем для ТЭС;
- при нормальной эксплуатации АЭС намного безопаснее ТЭС по выбросам химических и радиоактивных загрязнителей;
- отсутствует выброс «парниковых» газов в окружающую среду.

На современном этапе развития общества уже практически всем стало очевидно, что «экологически чистых» или «абсолютно безопасных» энергетических технологий быть не может. Использование каждой из них для выработки электроэнергии неизбежно сопровождается тем или иным видом отрицательных воздействий. Так, при строительстве и эксплуатации АЭС и ТЭС, которые вырабатывают базисную электроэнергию, в большей или меньшей степени существуют негативные воздействия на окружающую среду, такие как:

- химическое, тепловое и радиоактивное загрязнение окружающей природной среды (атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов, объектов биосферы);
- шумовое и электромагнитное воздействие на обслуживающий персонал;
- изъятие земельных ресурсов под энергетическое строительство;
- использование водных ресурсов для производственных нужд;
- активизация экзогенных геодинамических процессов в системе «объект энергетики – геологическая среда».

Общие особенности воздействия АЭС (объектов ЯТЦ) на природную среду представлены моделью взаимодействий в системе «АЭС – природная среда» на рисунке 7.1.

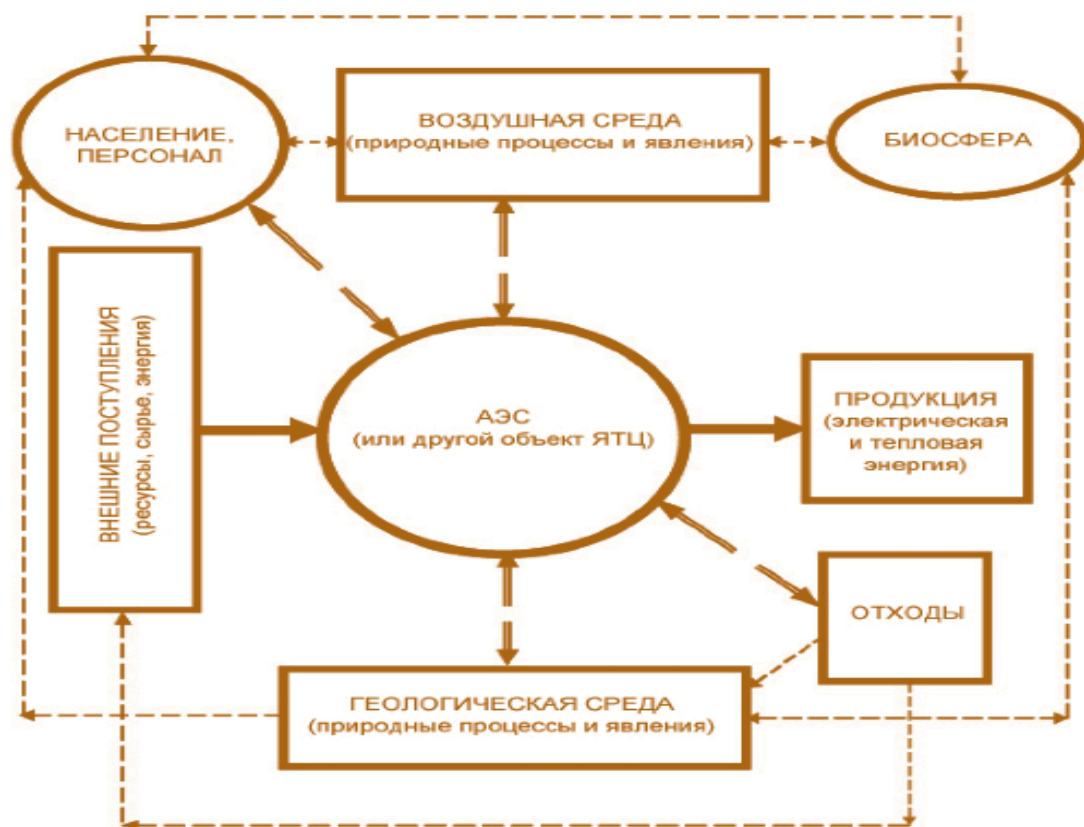


Рисунок 7.1 – Концептуальная схема функционирования динамической системы «АЭС – окружающая природная среда» (стрелки указывают направления связей между подсистемами)

В 60–70-х годах прошлого столетия энергоблоки АЭС имели незначительную мощность и количество их на одной площадке составляло не более трех. Увеличение мощности АЭС до 4–6 блоков приводит к изъятию под эти объекты значительных территорий. Эксплуатация таких АЭС нуждается в большом количестве водных ресурсов. В зонах влияния мощных АЭС возникает потенциальная техногенная нагрузка (тепловая, химическая и радиационная) на окружающую среду, возможна активизация некоторых опасных геодинамических процессов, которые могут снижать уровень общей и радиационной безопасности и приводить к различным опасным ситуациям. Схематично виды взаимодействий, которые могут возникать в системе «АЭС – окружающая среда», представлены на рисунке 7.2.

Следует отметить, что в значительной степени эти взаимодействия характерны и для тепловой энергетики, использующей органическое топливо.

Тепловое загрязнение является одним из серьезных негативных факторов воздействия на окружающую среду при функционировании АЭС. При КПД современных АЭС 33–35% порядка 65% тепловой энергии попадает в окружающую среду. В технологических схемах АЭС мощными открытыми источниками тепла являются градирни, водоемы-охладители, брызгальные бассейны. Их эксплуатация, как правило, приводит к

изменениям микроклиматических характеристик, вызывает тепловое загрязнение водоемов, влияет на процессы жизнедеятельности флоры и фауны прилегающих к АЭС экосистем.

Атомная энергетика в сравнении с тепловой оказывает значительно меньшее химическое воздействие на окружающую среду, а также требует меньшего количества ряда природных ресурсов. Так, АЭС мощностью 1 млн. кВт с реактором типа ВВЭР за год сжигает примерно 1 т урана, при этом образуется примерно такое же количество отходов. На ТЭС такой же мощности, работающей на угле, отходы в 4–5 раз превышают массу использованного топлива, включая большое количество многих других вредных для организма человека веществ, в том числе радиоактивных.

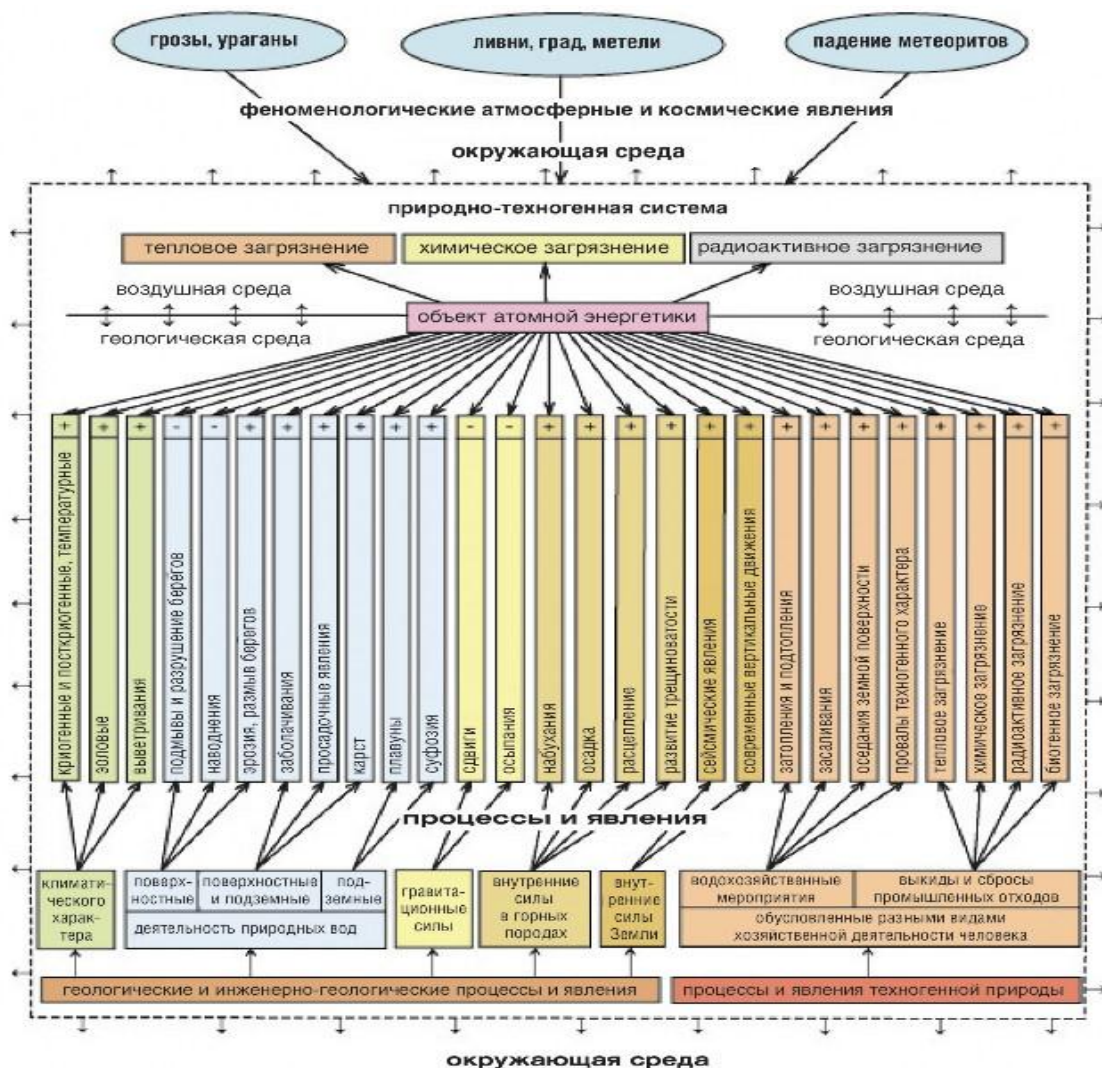


Рисунок 7.2 – Принципиальная схема воздействий в системе «АЭС – окружающая среда»

Выбросы CO_2 и других вредных веществ в районах крупных ТЭС входят в структуру дождевых облаков, которые, переносясь на значительные расстояния, формируют кислотные осадки (кислотные дожди) с $\text{pH} \leq 4,5 - 6,5$. На современном этапе во всем мире атомная энергетика позволяет уменьшить выброс углекислого газа на 3,4 млрд. тонн в год. В условиях

нормальной эксплуатации АЭС практически не потребляют кислорода и имеют ничтожное количество выбросов.

Для большинства АЭС основным водным объектом, обеспечивающим охлаждение систем производственного цикла АЭС, являются стационарные водоемы-охладители. Химический состав этих вод зависит преимущественно от режимов продувки и количества химических веществ, которые поступают в них за счет подпитки. Что касается охлаждающей воды АЭС при продувке, то в силу технологической специфики работы они вклада в химическое загрязнение природной среды не вносят.

Отсюда становится очевидным, что по ряду показателей отрицательного воздействия на окружающую среду атомная энергетика при нормальном (штатном) режиме эксплуатации АЭС намного более благоприятна, чем традиционная тепловая энергетика. При этом радиационное воздействие АЭС сопоставимо с естественным радиационным фоном. Однако в случаях возникновения аварийных ситуаций АЭС несут достаточно высокую степень риска, обусловленного в первую очередь радиационной опасностью. Потенциальный риск является характерной особенностью и других составляющих ядерного топливного цикла (производство и обогащение ядерного топлива, хранение и захоронение радиоактивных отходов вне АЭС, обращение с отработавшим ядерным топливом вне АЭС).

Основными причинами технологического риска атомной энергетики являются:

- аварийные ситуации при хранении высокоактивных ядерных отходов;
- потенциально возможные технологические аварии ядерных реакторов и систем обеспечения их работы, включая связанные с человеческим фактором;
- потенциально возможные аварии на заводах по переработке облученного топлива;
- ядерный терроризм и др.

Необходимо отметить, что в атомной энергетике в проектах и при эксплуатации реализуется комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих предотвращение аварий и их развития в случае возникновения, преодоление или минимизацию их последствий. В качестве допустимого значения индивидуального риска от той или иной деятельности для населения, согласно ряду международных и национальных требований, принято значение риска гибели людей $1 \cdot 10^{-6}$ в год. В нормативных документах, регламентирующих безопасность, значение риска для населения, который оценивается как «пренебрежимо малый», принимается $5 \cdot 10^{-7}$ в год, что ниже рекомендованного значения риска. При оценке указанного риска учитываются факторы, связанные с надежностью действий людей. С точки зрения технических мероприятий, предотвращающих ошибочные действия персонала и их последствия, при проектировании и эксплуатации АЭС особое внимание уделяется системам безопасности, подготовки и тренировки персонала на тренажерах. Учитывая потенциальную опасность терроризма, объекты атомной энергетики

оснащаются комплексом специальных мер физической защиты и специальных мер, реализуемых соответствующими государственными структурами.

7.2. Причины, приведшие к аварии на Чернобыльской АЭС. Развитие и ликвидация аварии

Чернобыльская атомная электростанция расположена в Киевской области на севере Украины в 7 километрах к югу от украинско-белорусской границы. Этот регион богат лесами и лугами и находится вблизи места, впадения реки Припять в Днепр. Станция начала давать электроэнергию в 1977 году. Четвертый энергоблок был пущен в конце 1983 года. 26 апреля 1986 г. в 1 час 24 мин. на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) произошла беспрецедентная по своим масштабам и радиоэкологическим последствиям авария. По классификации МАГАТЭ (шкала ИНЕС) она получила самые высокие 7 баллов с обозначением ее «глобальной аварией - катастрофой» (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Классификация аварий на АЭС по шкале ИНЕС

Как по количеству выброшенных радиоактивных веществ, так и по площади загрязненных территорий она является наиболее тяжелой в истории ядерной энергетики.

Причины аварии на ЧАЭС.

Непосредственной причиной катастрофы стал эксперимент, проводившийся на одном из двух турбогенераторов блока. Целью эксперимента была проверка, хватит ли накопленной энергии

турбогенератора, вращающегося после внезапной остановки реактора для того, чтобы в течение одной минуты, пока не будет запущен аварийный дизельный генератор, питать токком насос водяного охлаждения реактора. Подобные опыты проводились в Чернобыле и раньше.

Различных объяснений первопричины Чернобыльской аварии много, однако основными можно назвать:

1) Конструктивные недостатки реактора РБМК-1000: ошибочная конструкция стержней управления и защиты, мощный положительный паровой эффект реактивности, существенное превышение температуры графитового замедлителя над температурой водного теплоносителя. Нестабильность состояния реактора была усугублена включением для проведения испытаний дополнительных циркуляционных насосов.

2) Непрофессиональные действия персонала 5-й смены 4-го энергоблока ЧАЭС. Программа эксперимента была плохо подготовлена, не было получено разрешения, персонал не был соответствующим образом подготовлен к опыту, не сознавал возможного риска и отклонился от программы эксперимента. Основные отклонения в их действиях состояли в следующем:

- реактор был переведен в трудно управляемый и потому запрещенный инструкциями режим;

- тревожная сигнализация была отключена персоналом;

- реактор не был остановлен в намеченный момент. Поэтому в реакторе началась неуправляемая цепная реакция и его мощность резко возросла, что закончилось его тепловым взрывом. Первый взрыв реактора 4-го блока был вызван резким повышением мощности реактора в сто раз выше нормы. Произошел он примерно в период 01 ч 23 мин 20 с - 01 ч 23 мин 30 с и разрушил активную зону реактора. 1.2. Второй взрыв произошел через 10 с после первого. Это был взрыв воздушно-водородной смеси, полностью разрушивший здание реакторного отделения 4-го блока.

Конструктивные и физические недостатки РБМК следует считать основной причиной чернобыльской аварии. Реализации этих недостатков также способствовали и ошибки персонала. Если бы сама конструкция реактора обеспечивала торможение, а не усиление, как в случае выброса мощности, то взрыва бы не произошло. Но в данном случае устройство реактора оказалось крайне неудачным. Серийно производимые РБМК составили энергетическое ядро Ленинградской, Курской, Смоленской, Чернобыльской, Игналинской АЭС, построенных в конце 70-х. Взорвалась ЧАЭС, но могла и может в любой момент взорваться любая из перечисленных станций.

Развитие аварии на Чернобыльской АЭС.

В развитии этой аварии различают три стадии:

1 стадия – от момента аварии до завершения выброса радионуклидов (апрель-июнь 1986 г.);

2 стадия – от завершения выброса радионуклидов до завершения формирования радиоактивного загрязнения территории (июнь-ноябрь 1986 г.);

3 стадия – период реабилитации (восстановления) загрязненных территорий (ноябрь 1986 г. - по настоящее время).

1 стадия аварии. Произошедшие один за другим два взрыва на Чернобыльской АЭС разрушили перекрытия, сорвали крышу со здания реактора, открыв его активную зону и выбросив в атмосферу большое количество уранового топлива, трансурановых элементов, продуктов деления, бетон, графит. В атмосферу были выброшены продукты деления и нейтронной активации, конструктивные материалы, из которых изготовлены стержни и трубопроводы, кислород и азот воздуха, а также различные вещества, сброшенные на реактор с вертолета: песок и глина (1760 т), свинец (1400 т), доломит (800 т), соединения бора В₄С (40 т). В воздух поднялось много аэрозольных частиц и почва.

Выброс радионуклидов. Общее относительное количество продуктов ядерного деления, вышедших в природную среду из разрушенного реактора, составляет 3,5—4,0%, около 96% ядерного топлива остается внутри саркофага. Возник пожар, продолжавшийся около 10 дней. Основная часть радиоактивных материалов, сыгравшая главную роль в создании нынешней экологической ситуации, была первоначально выброшена в атмосферу. Характер выброшенных во внешнюю среду радиоактивных веществ представлен в таблице 7.1.

Во внешнюю среду попали инертные радиоактивные газы - 100 %, йод - 50-60%, цезий - 30-35% их количества в реакторе и др. радионуклиды, образовавшиеся в реакторе. По некоторым оценкам величина выброса считается более высокой. Начиная со 2 мая 1986 г. с радиоактивной струей в окружающую среду стали выбрасываться и тугоплавкие элементы: цирконий, рутений, молибден. Увеличился выход в окружающую среду изотопов стронция и церия.

Таблица 7.1 – Выброс радионуклидов во время аварии на Чернобыльской АЭС

Выброс	Радионуклиды	Количество •10 ¹⁸ Бк	% выброшенных радионуклидов
Благородные газы	Ксенон, криптон	5,3	100
Элементы с атомной массой ~ 130	Йод, теллур, цезий, барий, церий	2,04	от 4 до 60
Элементы с атомной массой ~ 90	Стронций, ниобий, молибден, цирконий	2,1	≈ 10

Уран и трансурановые элементы	Плутоний, нептуний, кюрий	0,5	8
Долгоживущие изотопы	Йод-129 ($T_{1/2}$ 15,7 млн. лет), тритий ($T_{1/2}$ 12,3 года), углерода ($T_{1/2}$ 5,73 тыс. лет)	0,01	100
Суммарный	≈ 30	9,95	

5 мая реактор удалось заглушить. Началось строительство "саркофага" – «укрытия», что постепенно уменьшило выброс радиоактивных веществ до $2-6 \cdot 10^{15}$ Бк (около 100 тыс. кюри). В то же время выброс радионуклидов из реактора сохранялся до середины июня.

Характеристика пяти этапов выброса радионуклидов во внешнюю среду в течение первой стадии аварии представлена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Этапы выброса радионуклидов во внешнюю среду

Стадии	Условия выброса	Характер выброса
I (26.04)	Взрыв и механический выброс, $\uparrow t$ до 1800-2000° К	Мелкодисперсный, состав как в топливе, много инертного газа, I, Te, Cs.
II (26 04-2 05)	Горение графитной кладки	Мелкодисперсный, состав как в топливе + графитная пыль + продукты его горения.
III (2-5 05)	Постепенный нагрев топлива в активной зоне, $\uparrow t$ до 2500-2800° К	$\uparrow$ мощности выброса, много летучих компонентов, I, $\rightarrow \approx$ составу в топливе.
IV (5-6 05)	Охлаждение топлива	Быстрое $\downarrow$ в 100 раз выброса
V (до ноября 1986 г)	Завершение строительства «Укрытия»	

7.3. Этапы развития радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь. Основные радионуклиды, выпавшие на территорию республики после катастрофы на Чернобыльской АЭС, их характеристика, последствия воздействия на организм человека, животный и растительный мир. Особенности миграции радионуклидов в окружающей среде

В первый день аварии радиоактивные вещества были выброшено в атмосферу на высоту до 10 тыс. м. Нижние слои атмосферы в это время медленно дрейфовали на запад, средние гораздо быстрее шли к северо-северо-востоку (на Скандинавию), а верхние-на восток, к Китаю, Японии,

США. Основная часть радиоактивных веществ находилась в средних слоях атмосферы. На второй день воздушные массы, шедшие в северо-западном направлении, попали под влияние течений, направлявшихся на юго-запад. Теперь радиоактивность затронула ЧССР, ФРГ, затем Голландию, Бельгию и Великобританию. Наконец, меняющиеся ветры сильно затронули Турцию и Грецию. 29 апреля 1986 года высокий радиационный фон был зарегистрирован в Польше, Германии, Австрии, Румынии. 30 апреля - в Швейцарии и Северной Италии. 1-2 мая - во Франции, Бельгии, Нидерландах, Великобритании, северной Греции. 17 стран Европы общей площадью 207,5 тыс. кв. км оказались загрязненными цезием с плотностью загрязнения свыше 1 Ки/кв. км. 3 мая - в Израиле, Кувейте, Турции. Заброшенные на большую высоту газообразные и летучие вещества распространялись глобально: 2 мая они зарегистрированы в Японии, 4 мая - в Китае, 5-го - в Индии, 5 и 6 мая - в США и Канаде. Меньше недели понадобилось, чтобы Чернобыль стал проблемой всего мира.

27–28 апреля территория Беларуси находилась под влиянием пониженного атмосферного давления. 28 апреля во всех областях республики прошли дожди, носившие ливневый характер. С 29 апреля переместившиеся в северном направлении воздушные массы с радиоактивными выбросами, в связи со сменой направления движения воздушных потоков, начали перемещаться из Прибалтики на Беларусь. Такой перенос воздушных потоков сохранялся до 6 мая. Промывание воздуха осадками (дождь), особенно 5–6 мая 1986 года и в последующее время, привело к загрязнению радиоактивными веществами территории на пути движения облака. С 8 мая произошло повторное изменение направления движения воздушных масс, и их траектория вновь проходила от Чернобыля в северном направлении. Радиоактивные частицы осаждались на почву, растения, здания, оборудование и прочие предметы. Распределение осадков в значительной мере зависело от мест их выпадения, поэтому оно являлось весьма неоднородным (носило характер пятен). В итоге уровни загрязнения сильно отличаются от одной деревни к другой и даже между соседними полями. Это свидетельствует о неравномерности распределения радионуклидов на почве, т.е. «пятнистом» характере загрязнения различными радионуклидами. От выпадения радиоактивных осадков после аварии на Чернобыльской АЭС в первую очередь пострадали сельские районы, занятые, в основном, лесами и заболоченными территориями, а также пахотными землями и пастбищами.

В результате этого почти 2/3 активных веществ в процессе сухого и влажного осаждения выпали на территорию Беларуси, определив масштабность радиоактивного загрязнения республики и распространение загрязнения на расстояние десятка тысяч километров. Долгоживущими радионуклидами цезия, стронция и плутония оказалось загрязненным около 1/4 части территории республики (46,5 тыс. кв. км.). Для сравнения: на Украине аналогичная территория составляет 4,8 %, в России – 0,5 %. От загрязнения йодом пострадала вся территория Беларуси. Это свидетельствует

о более сложных и тяжелых последствиях чернобыльской катастрофы для Беларуси по сравнению с Россией и Украиной.

Принято считать, что формированием радиоактивного загрязнения территории РБ (2 стадия аварии) завершилось с окончанием строительства «укрытия» – «саркофага». Его еще называют четвертым реактором, т.к. он по-прежнему хранит в своем свинцово-железобетонном чреве около 20 тонн ядерного топлива. Саркофаг соорудили наспех, монтировали его "дистанционно", плиты стыковывали с помощью роботов и вертолетов - отсюда и щели. Сегодня общая площадь зазоров и трещин превышает 200 кв. м, из них продолжают вырываться радиоактивные аэрозоли.

Может ли саркофаг разрушиться? На это тоже никто не ответит, до сих пор невозможно подобраться ко многим узлам и конструкциям, чтобы узнать, каков у них запас прочности. Зато все понимают: разрушение "укрытия" привело бы к последствиям даже пугающее, чем в 1986-ом. В своем докладе на 54-й сессии Генеральный секретарь ООН так охарактеризовал последствия аварии на ЧАЭС: «Беспрецедентная ядерная авария в Чернобыле имела чрезвычайно сложные последствия. Она непосредственно затронула более 7 миллионов человек, включая более 3 миллионов детей; в результате аварии была загрязнена радионуклидами поверхность общей площадью 155 тысяч квадратных километров». На ЧАЭС сразу погибли 29 человек и 300 получили серьезное облучение, умерло почти 100 тысяч ликвидаторов и почти 200 тысяч инвалидов.

Основные типы радионуклидов, выпавшие на территорию республики, их характеристика и воздействие на организм человека.

Наиболее сильному загрязнению подверглась зона, непосредственно прилегающая к аварийному реактору, куда попали куски активной зоны, выброшенные взрывом, и крупные частицы и 30-км зона.

Загрязнение территории изотопами йода.

В первый период аварии основное воздействие на здоровье населения оказал радиоактивный йод – изотоп ^{131}I . Чрезвычайно высокие уровни радиации за счет йода-131 в первые недели после катастрофы, наблюдались по всей территории Беларуси. В некоторых населенных пунктах мощность дозы излучения достигала 0,5 мЗв/час (в несколько тысяч раз выше естественного радиоактивного фона). Загрязнение йодом-131 обусловило большие дозы облучения щитовидной железы практически для всех жителей Беларуси (т.н. "йодный удар"), что привело к значительному увеличению ее патологии - заболеваемости раком щитовидной железы у детей, рожденных до аварии.

Распределение йода-131 на территории Беларуси по состоянию на 10 мая 1986 года представлено на рисунке 7.4. Видно, что наибольшие уровни выпадения йода-131 отмечались в ближних к ЧАЭС регионах (Брагинский, Хойникский, Наровлянский районы Гомельской области), где его содержание в почвах составило 37000 кБк/м² и более. Значительному загрязнению подверглись также юго-западные и северные районы

Гомельской области, а также отдельные районы Могилевской и Брестской областей.

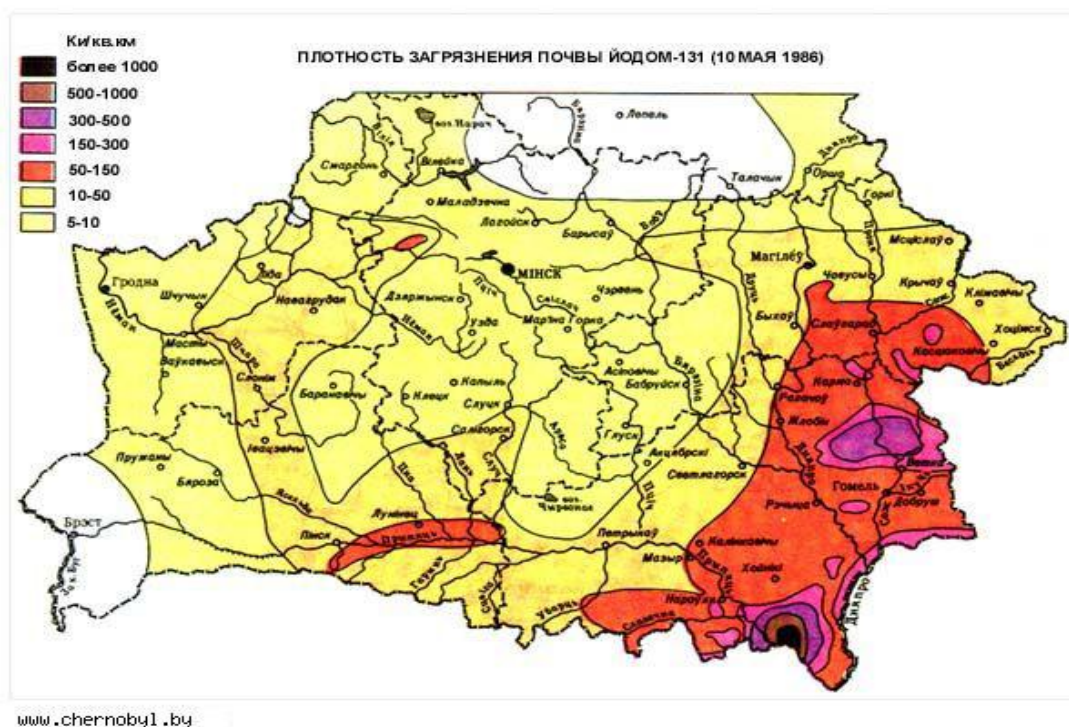


Рисунок 7.4 – Загрязнение территории Беларуси йодом-131

Загрязнение территории изотопами цезия.

До аварийного загрязнения почвы территории Беларуси цезием-137 за счет глобальных выпадений составило от 1,5 кБк/м² до 3,7 кБк/м² в отдельных точках.

После Чернобыльской аварии на 136,5 тыс. км² (66 % территории Беларуси) плотность загрязнения почвы цезием-137 превышала 10 кБк/м². Площадь загрязнения этим радионуклидом с плотностью выше 37 кБк/м² составила 46,45 тыс. км² или 23 % территории (рисунок 7.5).

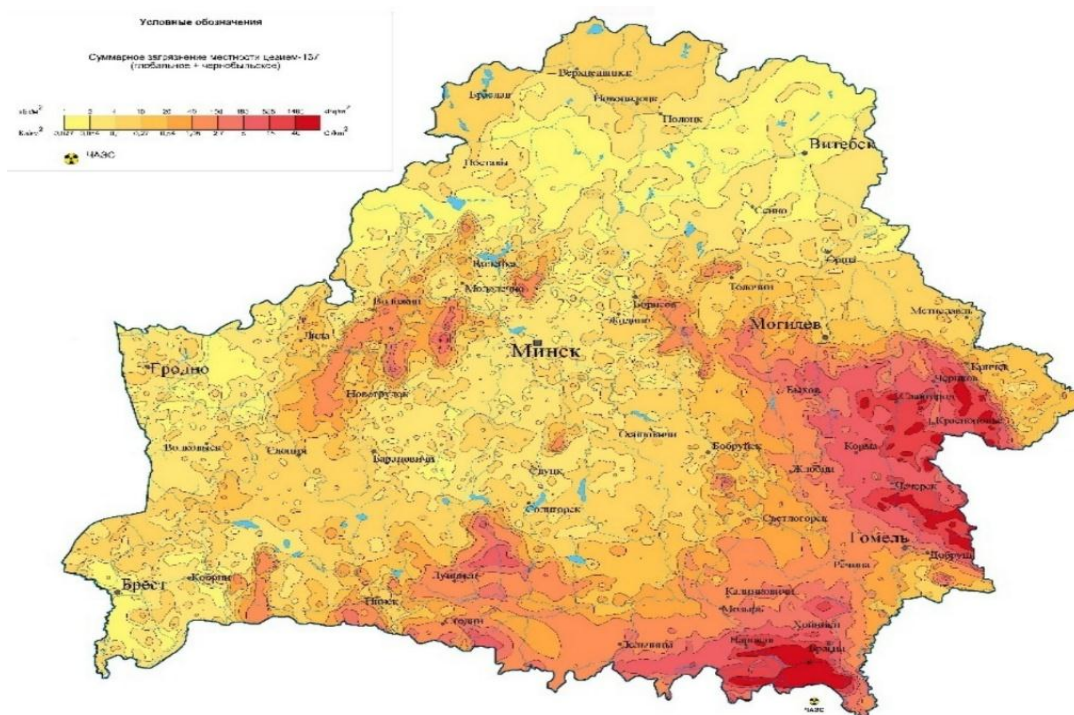


Рисунок 7.5 – Загрязнение территории Беларуси цезием-137 (1986 г.)

Площадь сельхозугодий с плотностью загрязнения от 1 и больше Ки/м^2 составляет свыше 18 млн. гектаров, стронцием - 90 с плотностью 0,3 и больше Ки/м^2 – около 0,5 млн. гектаров. Из сельхозоборота – выведено 2,4 тыс. гектаров земли. Беларусь – страна лесов. Но 26 % лесов и больше половины лугов в поймах рек Припять, Днепр, Сож относятся к зоне радиоактивного загрязнения.

Максимальный уровень загрязнения почвы цезием-137 составлял около 60000 кБк/м^2 и наблюдался в отдельных населенных пунктах как ближней (Брагинский район Гомельской области), так и дальней зоны (Чериковский район Могилевской области).

По состоянию на январь 2001 года площадь загрязнения Беларуси цезием-137 с уровнями выше 37 кБк/м^2 составляла 43,51 тыс. км^2 или 21% всей территории (рисунок 7.6).

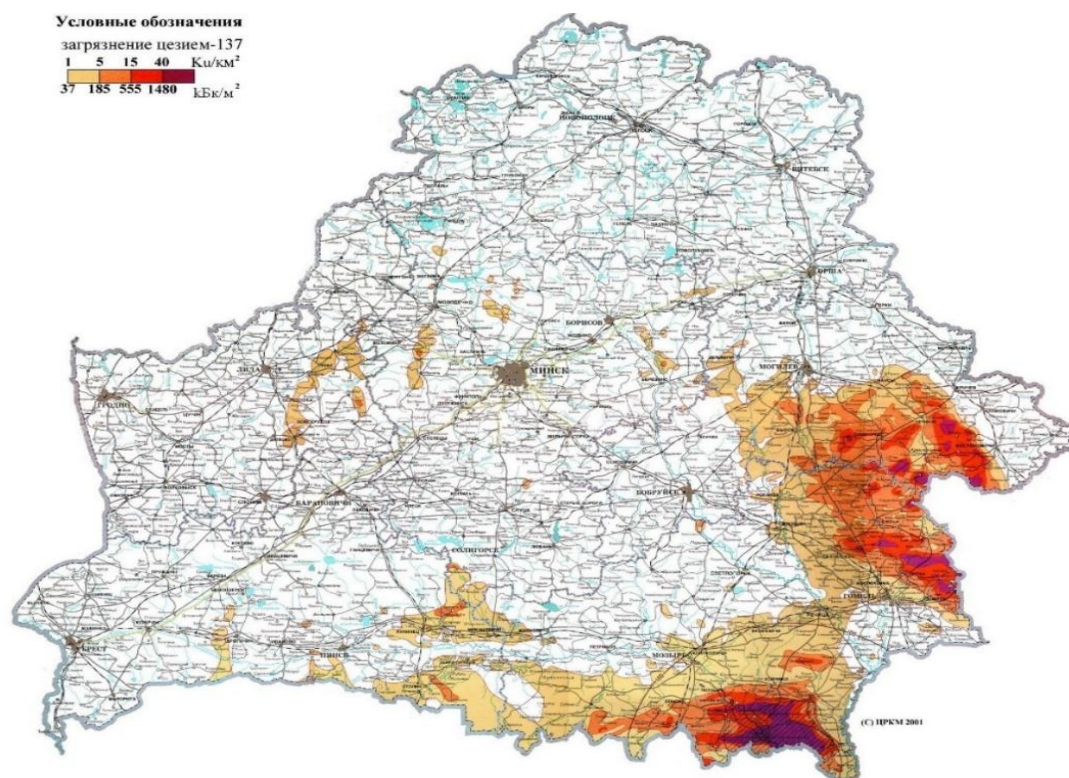


Рисунок 7.6 – Загрязнение территории Беларуси цезием-137 (2001 г.)

Загрязнение территории изотопами стронция.

Загрязнение территории республики стронцием-90 носит более локальный, по сравнению с цезием-137, характер (рисунок 7.7). Уровни загрязнения почвы этим радионуклидом выше $5,5 \text{ КБк/м}^2$ были обнаружены на площади 21,1 тыс. км^2 в Гомельской и Могилевской областях, что составило 10% от территории республики. Плотность загрязнения стронцием-90 достигала величины 1800 КБк/м^2 в пределах 30-км зоны ЧАЭС (Хойникский р-н Гомельской области). Плотность загрязнения стронцием-90 в дальней зоне достигала 137 КБк/м^2 на севере Гомельской области (Ветковский р-н) и 29 КБк/м^2 на расстоянии 250 км от места аварии (Чериковский район Могилевской области).

Площадь сельхозугодий с плотностью загрязнения стронцием - 90 с плотностью 0,3 и больше Ки/м^2 - около 0,5 млн. гектаров.

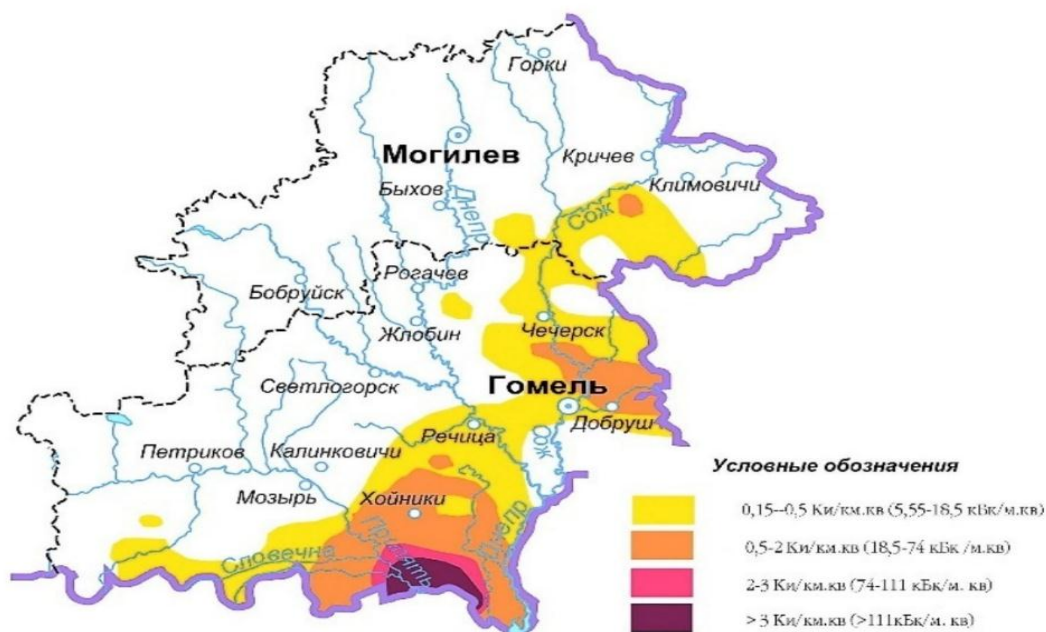


Рисунок 7.7 – Загрязнение территории Беларуси стронцием-90

Загрязнение территории изотопами плутония.

Загрязнение территории изотопами плутония -238,-239,-240 с плотностью более $0,37 \text{ кБк/м}^2$ (рисунок 3.8) охватывает около 4,0 тыс.кв. км, или почти 2% площади республики. Эти территории находятся преимущественно в Гомельской области (Брагинский, Наровлянский, Хойникский, Речицкий, Добрушский и Лоевский районы) и Чериковском районе Могилевской области. Наиболее высокие уровни наблюдаются в 30-км зоне ЧАЭС, в частности, в Хойникском районе – свыше 111 кБк/м^2 .



Рисунок 7.8 – Загрязнение территории Беларуси трансурановыми элементами

Для трансурановых элементов наблюдается рост удельной активности америция-241 за счет естественного распада плутония-241. Прогноз показывает, что к 2058 году удельная активность америция превысит суммарную активность всех изотопов плутония в 1,8 раза.

Загрязнение территории другими радионуклидами.

Территория нашей республики была загрязнена также и другими радионуклидами. В настоящее время ведется реконструкция (восстановление) площадей загрязнения этими радионуклидами. Часть этой работы уже завершена, по ряду радионуклидов работа еще продолжается. В качестве примера завершенной работы построенные карты загрязнения территории рутением-106 и церием-144 приведены на рисунках 7.9 и 7.10.

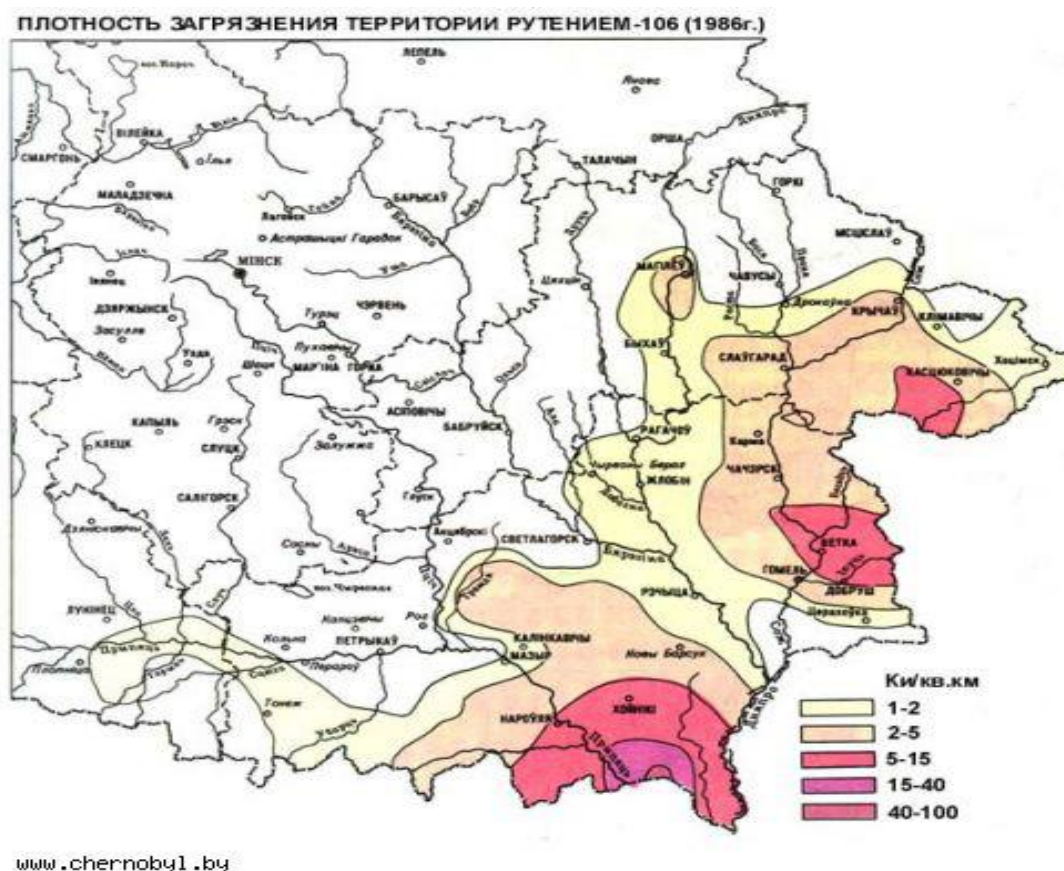


Рисунок 7.9 – Загрязнение территории Беларуси рутением-106

Особенности радиоактивного загрязнения местности долгоживущими радионуклидами.

Почвы являются основным источником поступления радионуклидов в пищевые цепи. В настоящее время 70-90% цезия-137, 40-60% стронция-90 и до 95% запаса трансурановых элементов продолжает оставаться в верхнем корнеобитаемом слое почв. Доля подвижных, доступных для растений, форм цезия в почвах составляет почти 10-15%, стронция – 50-70%. Содержание мобильных форм плутония и америция составляет, соответственно, 10% и 13%.

Продолжающиеся процессы разрушения активных частиц в почвах приводят к выщелачиванию из них радионуклидов в потенциально доступных для растений формах. Это свидетельствует о сохраняющейся опасности радиоактивного загрязнения, в первую очередь стронцием-90, продукции растениеводства, а также пищевых, кормовых и лекарственных дикорастущих растений.

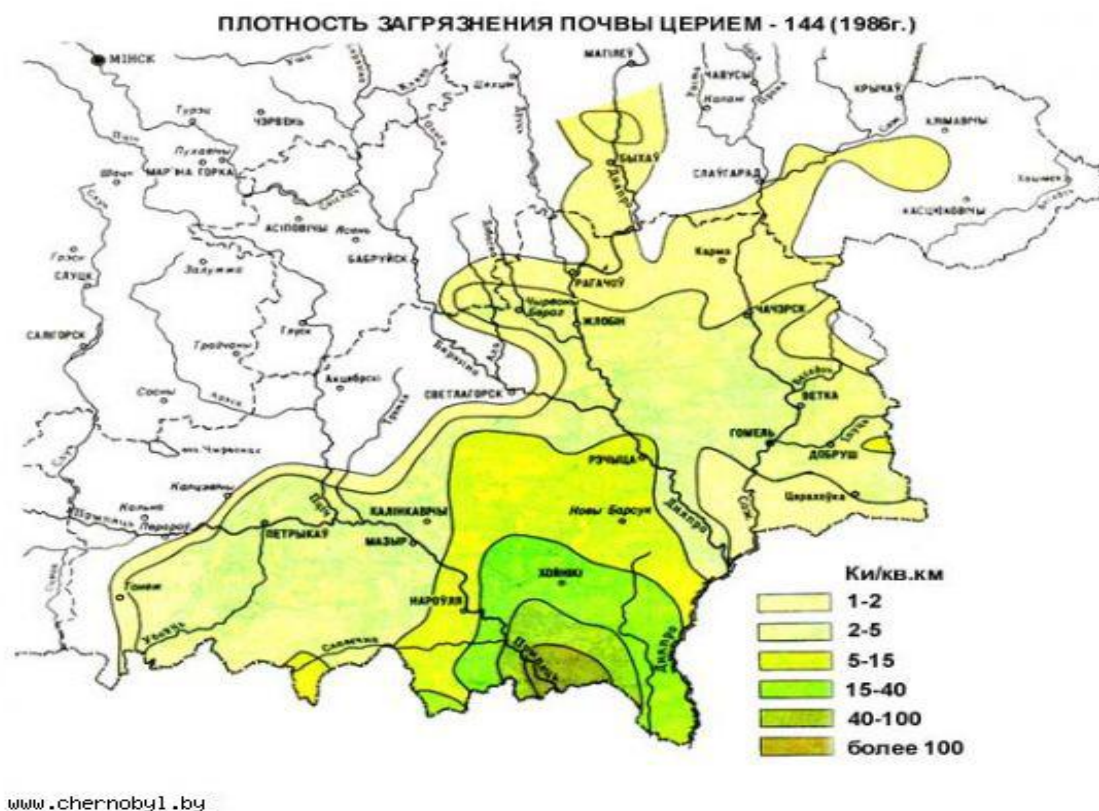


Рисунок 7.10 – Загрязнение территории Беларуси церием-144

Учитывая неравномерный пятнистый характер загрязнения почвы долгоживущими радионуклидами, были выделены их изолинии и проведена изоляция значительно загрязненных земель. Так, например, для цезия – 137 такие изолинии были проведены с учетом плотности загрязнения почвы, равной 37, 185, 555 и 1480 и выше кБк/м^2 . Однако кроме цезия-137 для зонирования территории используют уровни загрязнения стронцием – 90, плутонием 238, 239 и 240, а также величину среднегодовой эффективной дозы облучения человека. Все эти параметры зонирования были определены Законом «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».

С учетом перечисленных показателей Белгидрометом были созданы карты загрязнения территории Республики Беларусь долгоживущими радионуклидами и с интервалом 3-5 лет, Советом Министров Республики Беларусь утверждается перечень населенных пунктов и объектов, находящихся на этих территориях. В Беларуси почти 2/3 площадей с уровнем

загрязнения более 185 кБк/м^2 , а на относительно небольшую по площади Беларусь выпали 32% суммарного выпадения радионуклидов цезия.

Реки. Из водных систем наибольшему радиоактивному загрязнению подверглись реки бассейна Днепра, Сожа, Припяти. Речные воды обладают способностью к самоочищению, что объясняется постоянным выносом водных масс, выпадением взвешенных радиоактивных частиц на дно водоемов. Радиационная обстановка на реках Днепровско-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась, среднегодовые концентрации цезия-137 за наблюдаемый период 1986-2002 гг. в больших и средних реках Беларуси значительно снизились (рисунок 7.11).

Поверхностные воды. Основной вклад в общую радиоактивность поверхностных водных систем вносят донные отложения и водная биота. Тенденция уменьшения их активности с течением времени незначительна.

Озера. Для замкнутых и слабопроточных водных систем озерного типа происходит и далее будет происходить сток радионуклидов с ближайших территорий в котловины водоемов. Озерные водоемы, расположенные на загрязненных территориях, отличаются высокими концентрациями водорастворенного цезия-137 и стронция-90, а также огромным резервом радионуклидов в донных осадках. По степени радиоактивного загрязнения компоненты водных экосистем располагаются в следующем порядке: донные отложения > гидробионта > вода.

Являясь объектами рыболовства и рекреации, озерные водоемы могут играть определенную роль в формировании доз облучения населения. Так, мышечная ткань рыб в реках вне 30 км зоны вокруг ЧАЭС в среднем содержит цезий-137 в пределах допустимого уровня (5-15 Бк/кг), при значительных колебаниях в различных пробах. Рыбные популяции в непроточных водоемах имеют чрезвычайно высокие концентрации радиоцезия, достигающие у хищных пород 300 тыс. Бк/кг. Эти концентрации прямо зависят от степени загрязнения водоемов.

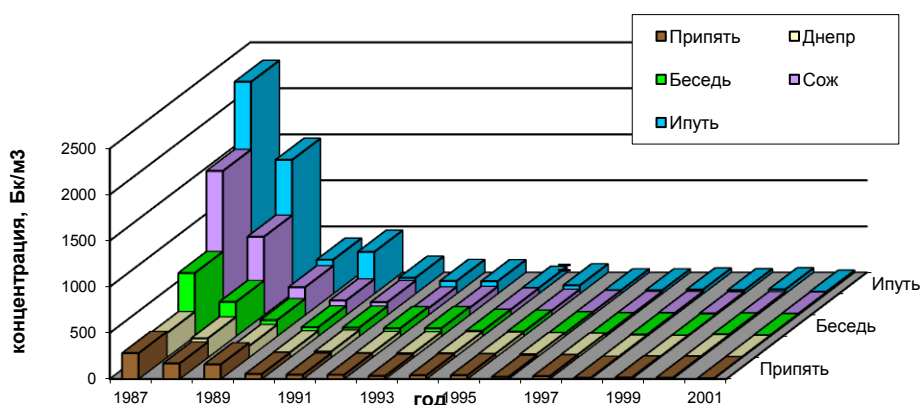


Рисунок 7.11 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в реках Беларуси за период 1987-2002 гг.

Подземные воды. Основной источник питьевого и хозяйственного водоснабжения. По результатам исследований можно констатировать, что концентрация радионуклидов в них не превышает требований РДУ. В то же время следует отметить, что радиационное состояние грунтовых вод на протяжении постчернобыльских лет характеризовалось повышенными на один-два порядка уровнями активности по сравнению с доаварийным фоном (0,007 Бк/л).

Загрязнения воздушных масс. Катастрофа на ЧАЭС привела в 1986 году к увеличению в сотни тысяч раз содержания радионуклидов в атмосферном воздухе Беларуси. В послеаварийные годы происходило постепенное его снижение. Период полураспада (уменьшения в два раза) для плутония-239, -240 составляет 14,2 месяца, для цезия-137 – 25-40 месяцев. На эти процессы значительное влияние оказывает плотность радиоактивного загрязнения почвы, антропогенная деятельность на загрязненных территориях, пожары, состояние подстилающей поверхности и другие факторы.

Радиоактивное загрязнение воздушных масс остается до настоящего времени актуальным для территорий, прилегающих к зоне отчуждения. Оно определяется содержанием радиоактивной пыли в приземном слое атмосферы. Пылеобразование значительно возрастает во время проведения сельскохозяйственных и других работ. Интенсивная сельскохозяйственная деятельность в районах, прилегающих к зоне отчуждения, обуславливает значительное локальное увеличение в воздухе содержания пыли (выше 1 мг/м³) и концентрация плутония (до 10 мкБк/м³) в воздухе в период проведения сельхозработ в весенний период. В непосредственной близости от источников пыления (сельхозтехника, автотранспорт) содержание изотопов плутония в воздухе достигает 20 мБк/м³. На радиоактивное загрязнение воздуха сильно влияют стихийные явления, в первую очередь, лесные и торфяные пожары.

Загрязнение лесов. Лесные экосистемы стали важным источником формирования доз облучения населения (таблица 6). В настоящее время в надземной части деревьев находится 5-7 % радионуклидов. Аккумуляция ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в лесных экосистемах наибольшая у живого напочвенного покрова (таблица 7.3).

Таблица 7.3 – Площади лесов, загрязненных цезием-137 (км²)

Страна	Плотность загрязнения, кБк/м ²				Всего
	37-185	185-555	555-1480	>1480	
Беларусь	12000	3000	1300	360	17200
Россия	8650	1040	290	20	10000
Украина	10880	1010	313	95	12300

Динамика радиационной обстановки.

Спектр воздействующих на человека радионуклидов менялся трижды в течение развития радиационной послеаварийной обстановки.

В первые недели после аварии на ЧАЭС наибольшую радиационную опасность представляли летучие короткоживущие радионуклиды. Это, в основном, изотопы йода, теллура, бария, лантана, молибдена (^{131}I , ^{127}Te , ^{132}Te , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{99}Mo) (таблица 7.4).

1. Короткоживущие радионуклиды определяли радиационную обстановку в течение апреля-июня 1986 г. Это были йод-131, -132, -133, -135 ($T_{1/2}$ 53I131 = 8,14 дня), лантан-140 ($T_{1/2}$ = 40 часов), нептуний-239 ($T_{1/2}$ = 2 суток), барий-140 ($T_{1/2}$ = 13 суток), молибден-99 ($T_{1/2}$ = 66 часов) и еще около 20 радионуклидов с короткими периодами полураспада.

В первые дни после аварии на ЧАЭС особенно высокой была концентрация в воздухе ^{131}I , находившегося в аэрозольной форме. Дозовые нагрузки у человека за счет радиоактивного йода сформировались в течение первых 2–3 мес. после аварии (радионуклид оказывал влияние на здоровье человека в течение 10-15 периодов своего полураспада).

2. По мере распада короткоживущих радионуклидов, радиационная обстановка стала определяться среднеживущими радионуклидами (лето 1986 - лето 1987 г.). Среди их представителей были цезий-134 ($T_{1/2}$ = 2,06 года), церий-144 ($T_{1/2}$ = 284 суток), рутений-106 ($T_{1/2}$ = 368 суток), стронций-89 ($T_{1/2}$ = 51 день), плутоний-241 ($T_{1/2}$ = 14,4 года) и др.

Таблица 7.4 – Динамика радиационной обстановки после аварии на ЧАЭС

Период	Тип радионуклидов	Основные радионуклиды, определявшие (ющие) радиационную обстановку
I Апрель-июнь 1986 г.	Короткоживущие	^{131}I , ^{127}Te , ^{132}Te , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{99}Mo .
II Лето 1986-лето 1987 г.	Среднеживущие	$^{103, 106}\text{Ru}$, $^{141, 144}\text{Ce}$, ^{89}Sr , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{134}Cs , ^{241}Pu .
III Лето 1987 г. по настоящее время	Долгоживущие	^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238, 239, 240}\text{Pu}$, ^{241}Am .

3. Начиная с 1987 г. по настоящее время радиационная обстановка в Беларуси определяется долгоживущими радионуклидами: цезий-137 ($T_{1/2}$ = 30,2 года), стронций-90 ($T_{1/2}$ = 29,12 лет), плутоний-238 ($T_{1/2}$ = 88 лет),

плутоний-239 ($T_{1/2} = 24,38$ тыс. лет), плутоний-240 ($T_{1/2} = 6537$ лет), америций-241 $T_{1/2} = 432$ года (таблица 7.5).

В результате в настоящее время в республике сложилась сложная и неоднородная радиационно-экологическая обстановка. Радионуклиды чернобыльского выброса попали и облучили все компоненты экосистемы. Они вовлечены в сложные геохимические и трофические циклы миграции.

Особенности миграции радионуклидов.

Миграция радионуклидов в окружающей среде происходит в горизонтальном и вертикальном направлениях.

1) *Горизонтальная миграция* - радионуклиды разносятся ветром, водой во время лесных пожаров и пожаров торфяников, дикими животными, птицами и др.

2) Движущими силами *вертикальной миграции* радионуклидов являются:

- конвективный перенос (фильтрация атмосферных осадков вглубь почвы);
- капиллярный перенос радионуклидов с влагой к поверхности в результате испарения;
- термоперенос радионуклидов с влагой под действием градиента температур;
- перенос по корневым системам растений;
- роющая деятельность почвенных животных;
- хозяйственная деятельность человека и др.

Прогнозирование радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь.

В зоне “отчуждения” (30-километровая зона) радиоактивное загрязнение определяется периодом полураспада плутония-239 (24,38 тыс. лет). И если не наступит время, когда люди смогут физически “убрать” плутоний, то зона отчуждения останется навечно. Прогноз показывает, что к 2058 году удельная активность америция превысит суммарную активность всех изотопов плутония в 1,8 раза.

На территориях, где уровень загрязнения плутонием и стронцием-90 не превышает допустимый, это время будет определяться поведением цезия-137. В результате естественного радиоактивного распада цезия-137 площадь радиоактивного загрязнения постепенно уменьшится к 2016 году в 1,5 раза по сравнению с первоначальной (1986 г.), а к 2046 году – в 2,4 раза. Одновременно снижается и “эффективное” загрязнение местности цезием (включая его доступность для растительности) вследствие распада и за счет физико-химических и биологических механизмов (агромелиоративные и дезактивационные работы могут несколько ускорить этот процесс). Построены прогнозные карты загрязнения цезием-137 на 2016 и 2046 годы (рисунок 7.12).

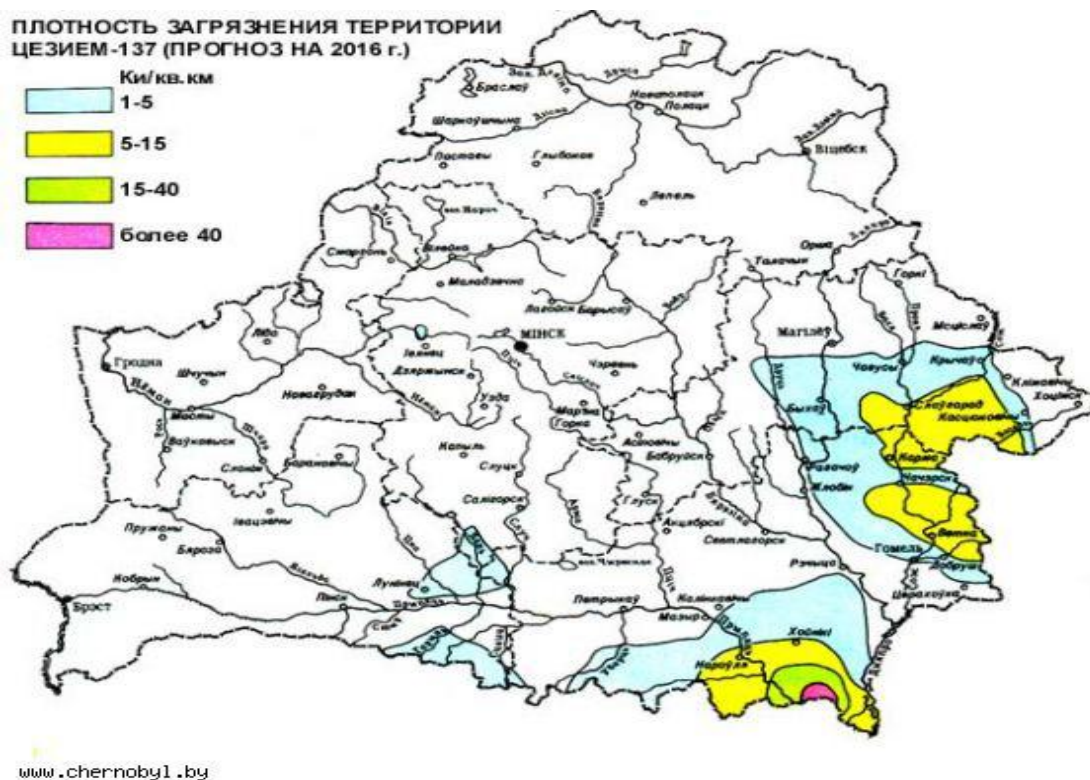


Рисунок 7.12. Прогноз загрязнения территории Беларуси цезием-137 в 2016 г.

Таким образом, радиационно-экологическая обстановка в Беларуси характеризуется сложностью и неоднородностью загрязнения территории альфа-, бета- и гамма-излучающими радионуклидами с различными периодами полураспада, присутствием радиоизотопов практически во всех компонентах экосистем, а также вовлечением их в геохимические и трофические циклы миграции. Это обуславливает множественность путей внешнего и внутреннего облучения населения и создает риск для его здоровья. Динамика радиационной обстановки в ближайшее время и на перспективу будет определяться радиоактивным распадом, миграцией радионуклидов, трансформацией форм их существования.

Отмечен ряд радиационно-индуцированных изменений флоры и фауны, особенно на молекулярно-клеточном и организменном уровнях и менее выраженном — на популяционном и экосистемном уровнях. Ряд последствий для природно-растительных комплексов и животных связан с изменениями хозяйственной деятельности и природопользования. Накопление генетического груза и других изменений систем организма и обменных процессов может найти отражение в изменении сообществ растений и животных. Это требует дальнейшего изучения динамики радиационной обстановки, поведения радионуклидов в почве, воде, воздухе, включения радионуклидов в пищевые цепочки, накопления их в растительных и животных организмах, а также оценки биологических эффектов.

Чернобыльская катастрофа породила в Беларуси множество серьезных долговременных проблем, затронувших жизненные интересы миллионов людей в части состояния здоровья, образа жизни, благосостояния, условий

трудовой деятельности. Наряду с серьезным экологическим ущербом черная катастрофа привела к беспрецедентному облучению населения Беларуси.

Радиационная обстановка в ряде пострадавших регионов до сих пор остается сложной, при этом не удается в полной мере решить проблему производства сельскохозяйственной продукции, отвечающей действующим нормам радиационной безопасности. Существуют районы, где среднегодовые эффективные дозы дополнительного облучения населения за счет черных выпадений превышают 1 мЗв, что в соответствии с национальным законодательством требует дальнейшего проведения защитных мер. Все это потребовало разработки и внедрения комплекса защитных мероприятий для ограничения доз внешнего и внутреннего облучения.

7.4 Социально-экономические последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Республики Беларусь. Медицинские последствия для здоровья населения

О нанесенном республике невосполнимом ущербе и признании ее территории зоной экологического бедствия свидетельствуют радиоэкологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС. Наряду со значимым медико-биологическим ущербом, последствия черной катастрофы отрицательно сказались на всех сферах жизни республики, нарушив общественные и этнические связи. Величина ущерба, нанесенного катастрофой на ЧАЭС за период с 1986 по 2015 год, в ценах 1992 г., он составил более 235 млрд. долларов США, что равно почти 32 бюджетам республики последнего до аварийного 1985 года. Сюда включены потери, связанные с ухудшением здоровья населения; ущербом, нанесенным промышленности и социальной сфере, сельскому хозяйству, строительному комплексу, транспорту и связи, жилищно-коммунальному хозяйству; загрязнением минерально-сырьевых, земельных, водных, лесных и других ресурсов; а также дополнительные затраты, связанные с осуществлением мер по ликвидации и минимизации последствий катастрофы и обеспечением безопасных условий жизнедеятельности населения.

К прямым и косвенным потерям относятся затраты, связанные с ущербом, нанесенным агропромышленному комплексу:

- невозможностью использовать выведенные из оборота 2,64 тыс. км² сельхозугодий и расформированием 54 колхозов и совхозов;
- ежегодными потерями 2 млн. м³ древесных ресурсов в связи с исключением из оборота почти 2 тыс. км² леса из 17,3 тыс. км², загрязненных радионуклидами;
- резким сокращением посевных площадей и валового сбора сельскохозяйственных культур, ростом потерь на их получение;

- закрытием 9 заводов перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса.

В общей структуре потерь ущерб, нанесенный агропромышленному комплексу и лесному хозяйству, составляет более 72,0 млрд. долларов.

Особенный ущерб авария на ЧАЭС нанесла минерально-сырьевому и водным ресурсам. В зоне загрязнения оказались 132 месторождения различных видов минерально-сырьевых ресурсов, в том числе 47% промышленных запасов формовочных, 19% строительных и силикатных, 91% стекольных песков республики; 20% промышленных запасов мела, 13% запасов глин для производства кирпича, 40% тугоплавких глин, 65% запасов строительного камня и 16% цементного сырья. 22 месторождения были выведены из пользования. Исключена из планов проведения геологоразведочных работ территория Припятской нефтегазоносной области, ресурсы которой составляют 52,2 млн. т нефти.

Все основные отрасли народного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения попали в исключительно тяжелое экономическое положение. Существенно изменились условия функционирования более 340 промышленных предприятий, находящихся на загрязненных радионуклидами территориях:

- прекратилась деятельности ряда промышленных предприятий;
- отсутствуют необходимые кадры в связи с миграцией специалистов из пострадавших районов и недостатком рабочей силы;
- уменьшилось количество трудоспособного населения до 35%, а число пенсионеров – увеличилось до 50%;
- произошел рост убытков от снижения объемов выпуска продукции, выполнения дополнительных работ и услуг, стоимости непригодной из-за радионуклидного загрязнения продукции, восстановления утраченного ее качества, расторжения контрактов, выплаты штрафов, неустоек и др., неполной окупаемости средств, вложенных в здания, сооружения, оборудование, мелиоративные системы, невозможности использовать загрязненное местное топливо, сырье и материалы;
- снизилась рентабельность преобладающего большинства предприятий, расположенных в районах радиоактивного загрязнения, что ограничивает финансовые возможности местных бюджетов.

Общая сумма ущерба, нанесенного промышленности, транспорту и связи, строительному комплексу, минерально-сырьевым и водным ресурсам Республики Беларусь, достигает 9,4 млрд. долларов.

Значительные потери приносит также и *миграция населения* из пострадавших районов. Почти все 135 тыс. человек, переселенные из 471 населенного пункта этих регионов (295 – Гомельской. 174 – Могилевской и 2 – Брестской областей), обеспечены квартирами или домами усадебного типа и трудоустроены по новому месту жительства на чистых территориях.

В загрязненных районах закрыто более 600 школ и детских садов, 95 больниц и более 300 объектов народного хозяйства, свыше 5,5 сотен предприятий торговли, общественного питания, бытового обслуживания.

Урон социальной сфере составил 17,7 млрд. долларов. Естественно, что такая тяжелая катастрофа по-другому сказаться и не могла.

Большой урон нанесен *лесному хозяйству*. Уже отмечено, что около четверти лесного фонда Беларуси подверглись радиоактивному загрязнению. Ежегодные потери древесных ресурсов превышают в настоящее время 2 млн. куб. м, а к 2010 году они достигнут 3,5 млн. куб. м. В Гомельской и Могилевской областях, где загрязнено радионуклидами соответственно 51,6 и 36,4% общей площади лесных массивов, заготовка древесины на территории с плотностью загрязнения по цезию-137 свыше 555 кБк/м² (15 Ки/кв. км) полностью прекращена.

Авария на Чернобыльской АЭС вызвала серьезные краткосрочные и долгосрочные последствия для экономики районов, прилегающих к атомной станции. Последствия радиоактивного загрязнения, закрытие промышленных и сельскохозяйственных предприятий и переселение значительной части населения нарушили ход жизни людей. Распад СССР в 1991 году усугубил эти проблемы. Авария на Чернобыльской АЭС легла тяжким бременем на государственный бюджет РБ, включая расходы на проведение очистки и реабилитацию загрязненных территорий, а также на выплату компенсаций населению. Пострадавшие получают сегодня разного рода выплаты и пособия, связанные с программами оказания помощи населению. Размер многих льгот незначителен для их получателей, но на их выплату тратится большая доля бюджетных средств республики. Прямое и косвенное влияние чернобыльской трагедии на пострадавшее население в значительной мере усиливается нищетой и отсутствием возможностей для улучшения экономического состояния семей.

Последствия ЧАЭС для здоровья населения.

Медицинские проблемы, имеющие отношение к чернобыльской аварии, отражают комплексные взаимосвязи между здоровьем человека, экологией, экономикой и развитием территорий. Радиационное воздействие трудно рассматривать изолированно от других аспектов условий жизни людей.

Радиоактивное загрязнение в результате взрыва и пожара на Чернобыльской АЭС угрожает здоровью сельского населения и сдерживает экономическое развитие. Серьезную озабоченность в первую очередь вызывают так называемые сильно загрязненные территории с плотностью загрязнения 15 - 40 кюри на кв. км.

Пострадавшее население – это те, кто подвергся воздействию радиации, остался на загрязненных территориях или был вынужден переселиться. Оно продолжает сталкиваться с непомерными лишениями, связанными с социальными условиями, ограниченными экономическими возможностями и состоянием здоровья. Именно эти люди получили значительные дозы облучения.

С 1993 г. в республике функционирует Государственный регистр лиц, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС. В него занесено более чем 267 тыс. человек следующих групп:

- инвалиды, заболевание которых связано с последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- лица, принимавшие участие в ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы;
- эвакуированные или самостоятельно выехавшие из зоны эвакуации после катастрофы на ЧАЭС;
- проживающие или работающие в зонах первоочередного и последующего отселения, а также отселенные из этих зон или покинувшие их самостоятельно после катастрофы;
- дети, родившиеся от вышеперечисленных лиц;
- проживающие или работающие в зонах с правом на отселение и с периодическим радиационным контролем, а также жители населенных пунктов, где средняя эквивалентная доза облучения превышает 1 мЗв/год.

Основная проблема сегодня связана с внутренним облучением людей в результате употребления в пищу загрязненных продуктов, главным образом молока, мяса, а также ягод и грибов. В значительной мере с этой угрозой можно справиться, применяя специальные удобрения и пищевые добавки для скота, а также изменяя режим питания. Но именно группы, подверженные наиболее высокому риску радиоактивного облучения, менее всего способны защититься от него. Общий уровень загрязнения постепенно снижается за счет естественного распада радиоактивных веществ. Однако, из-за сокращения масштабов защитных агротехнических мероприятий, а также из-за структурных изменений в сельском хозяйстве риск радиоактивного облучения наиболее незащищенных групп населения не снизился, а в некоторых случаях даже возрос. Значительная часть населения до сих пор остается жить в условиях постоянного воздействия на организм высоких доз внешнего и внутреннего ионизирующего излучения.

Оценка состояния здоровья пострадавшего населения Беларуси проводится путем анализа результатов специальной диспансеризации более 1,5 млн. человек, пострадавших от Чернобыльской катастрофы. Анализ этих данных показал, что самым масштабным последствием радиоактивного облучения является детский рак щитовидной железы (таблица 7.5). В норме – это достаточно редкое заболевание, частота встречаемости которого повысилась в 40 раз в Украине, в 60 раз – в Беларуси, в 20 раз – в России.

Диагноз “рак щитовидной железы” на настоящий момент поставлен примерно двум тысячам молодых людей, которые подверглись воздействию радиоактивного йода в апреле-мае 1986 года. По самым скромным оценкам в ближайшие годы их число, вероятно, возрастет до 8–10 тысяч. Вероятно, в течение нескольких десятилетий будет наблюдаться рост заболеваемости и другими видами фиброзного рака, вызванного радиационным облучением. Связано это с тем, что около 30% детей в возрасте до 2 лет получили в 1986 г. дозы облучения на щитовидную железу выше 1 Гр. В наиболее загрязненных сельских населенных пунктах средние дозы облучения щитовидной железы детей младших возрастов достигали 3 Гр и более. В настоящее время радиационное воздействие на жителей республики, проживающих на

загрязненных территориях, более чем на 90% обусловлено радионуклидами цезия-137, на 9% - стронцием-90 и 1% - изотопами плутония.

Таблица 7.5 – Количество случаев рака щитовидной железы в зависимости от возраста на момент операции

Возрастные группы, лет	Годы	
	1972-1985	1986-2000
0-18	29	975
19-34	227	1158
35-49	341	2334
50-64	461	2002
65 и более	404	1035
ВСЕГО	1472	7504

Как следствие воздействия радиации на щитовидную железу регистрируется значительный рост ее заболеваемости. Более 30% населения республики страдает патологией щитовидной железы, связанной с Чернобыльской катастрофой. Как известно, такая патология влечет возникновение ряда других заболеваний: увеличение примерно 3,2-7,4 раза заболеваемость болезнями нервной и эндокринной системы по сравнению с населением, не проходящим специальную диспансеризацию.

Особенно высоки уровни заболеваемости болезнями системы кровообращения (рост в 7,4 раза), пищеварения (6,4 раза), новообразованиями (2,1 раза). У ликвидаторов в 9,5 раз высокая заболеваемость ишемической болезнью сердца может быть связана с экстраординарным характером их деятельности в прошлом.

К медицинским вопросам первостепенной важности относится и вопрос о возможной связи между радиацией и раком молочной железы у молодых женщин и у кормящих на момент аварии матерей. Проведенные в Японии исследования показали, что такая связь возможна.

Первичная инвалидность участников ликвидации последствий аварии в 1,6 раза выше, чем среди взрослого населения республики (114,3 и 71,6 на 10000 человек соответственно). Основными причинами инвалидности являются болезни системы кровообращения и новообразования.

На пострадавших территориях достоверно возросла частота врожденных пороков развития по сравнению с доаварийным периодом. Наблюдаемое увеличение нарушений внутриутробного развития рассматривается как следствие комплекса негативных воздействий на репродуктивную функцию.

Среди эвакуированных наблюдалось значительное повышение частоты психосоматических расстройств, а также таких как сердечно-сосудистых заболеваний. Структура заболеваемости населения на пострадавших территориях по-прежнему отражает тенденции, характерные для других регионов Украины и России (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Рост уровня заболеваемости населения, проживающего на загрязненных территориях

Заболеваемость	Рост
Злокачественные новообразования щитовидной железы	1,9
Болезни нервной системы	1,3
Болезни эндокринной системы	1,3
Болезни крови	1,2
Болезни органов пищеварения	1,1
Новообразования	1,1
Болезни системы кровообращения	0,9
Общая заболеваемость	1,0

Продолжительность жизни, особенно мужчин, существенно ниже, чем в Западной и Южной Европе, причем главными причинами смертности являются сердечно-сосудистые заболевания и травматизм. Ключевыми факторами являются низкий уровень доходов, ухудшение морально-психологического климата, плохое питание, курение и злоупотребление алкоголем.

Косвенно прогнозировать возможное влияние радиации на здоровье населения можно по данным об уровнях заболеваемости лиц, участвовавших в 1986–87 гг. в ликвидации последствий аварии (около 70 тысяч человек), по сравнению с населением аналогичного возраста, не проходящим специальную диспансеризацию.

Помимо непосредственного воздействия радиации на здоровье человека, в результате аварии был нарушен естественный ход жизни людей, эвакуированных из своих домов и переселенных на новое место. Многие из этих людей с большим трудом приспосабливаются к новым условиям жизни и до сих пор страдают от сильного стресса, вызванного безработицей, чувством бессилия и неспособности распоряжаться собственной судьбой. Значительная доля переселенцев (особенно пожилых) до сих пор выражает желание вернуться на прежнее место жительства. Те, кто остался жить на загрязненных территориях, по-видимому, испытывают менее сильный стресс, однако они также страдают от безработицы. Многие семьи вынуждены растить и воспитывать детей в условиях радиоактивного загрязнения. Проведенные исследования показали, что в последние годы произошли серьезные изменения в психологических установках населения: сегодня гораздо меньшее число людей желает покинуть загрязненные районы.

Из наиболее пострадавших районов были эвакуированы сотни тысяч человек. Многие не смогли полностью адаптироваться к новым условиям и по-прежнему сталкиваются с серьезными психологическими, экономическими и социальными проблемами. К настоящему времени процесс эвакуации фактически завершен, и в наиболее загрязненных районах продолжает проживать лишь небольшой процент населения. В то же время

несколько десятков тысяч людей проживают в районах с уровнем загрязнения от 15 до 40 кюри на квадратный километр.

Система наблюдения за состоянием здоровья пострадавших граждан.

Одной из важнейших задач сферы социальной защиты граждан является повышение эффективности и улучшение качества медицинского обеспечения участников ликвидации последствий аварии, санаторно-курортного лечения и оздоровления пострадавшего населения, особенно детей.

Для осуществления постоянного контроля за состоянием здоровья населения, пострадавшего от чернобыльской катастрофы, проводится диспансерное обследование граждан, внедрена в практику система медицинского обеспечения, включающая внеочередное обслуживание в лечебно-профилактических учреждениях и аптеках, бесплатный отпуск лекарств по рецептам врача, обеспечение продуктами питания в период нахождения на лечении по повышенным нормам и т.д. Решение этих задач осуществляется силами территориальных лечебно-профилактических учреждений, а также с помощью специализированных выездных врачебных бригад и медицинского персонала, работающего на загрязненных территориях.

Основой системы медицинского обеспечения является специальная диспансеризация пострадавших от чернобыльской катастрофы, обеспечивающая раннее выявление заболеваний и своевременное лечение, реабилитацию и проведение профилактических мероприятий.

При организации специального медицинского наблюдения проводятся:

- динамическое наблюдение за состоянием здоровья пострадавшего населения;
- активное выявление заболеваний на ранних стадиях, уточнение диагноза, организация лечения;
- выявление лиц с факторами риска, способствующими возникновению и развитию заболеваний;
- проведение профилактических и реабилитационно-оздоровительных мероприятий.

Учет граждан, подлежащих диспансеризации, планирование, проведение и анализ медицинских осмотров, оказание медицинской помощи и проведение лечебно-реабилитационных мероприятий осуществляются в лечебно-профилактических учреждениях по месту жительства или работы ежегодно 1 раз в год.

Все лица, подлежащие специальному медицинскому наблюдению, распределены по 7 группам учета и по четырем – риска. В ходе диспансеризации граждане обязательно проходят осмотр терапевтом (или педиатром) и общий анализ крови. Осмотр у других специалистов зависит от отнесения граждан к группам учета и риска. По состоянию на 01.01.2020 на диспансерном учете состояло и подлежало осмотру 1 480 482 человек, в том числе – 243 727 детей и подростков.

7.5 Биологические и экологические аспекты последствий радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь

По данным ученых радиоэкологическую ситуацию можно охарактеризовать следующим образом. Загрязнению цезием-137 подвержено 21% всей территории, или свыше 43 тысяч квадратных километров, преимущественно в Гомельской, Могилевской и Брестской областях. Загрязнение территории республики стронцием-90 обнаружено на площади около 20 *тыс. кв. км* в Гомельской и Могилевской областях, что составляет примерно 10% от территории республики. Загрязнение почвы изотопами трансурановых элементов охватывает около 4 *тыс. кв. км* территории шести районов южной части Гомельской области и одного района Могилевской области, или около 2 % площади республики.

В настоящее время стали проявляться такие радиоэкологические проблемы, как увеличение подвижности стронция-90, переход плутония-241 в америций-241, имеющий большую радиологическую опасность, распад «горячих» частиц с высвобождением радионуклидов, включающихся в пищевые цепочки. При этом около 70% коллективной дозы формируется за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания. Остается по-прежнему острой проблема получения «чистых» пищевых продуктов в личных подсобных хозяйствах Гомельской, Могилевской и Брестской областей, где постоянно выявляются превышения радионуклидов в пробах молока и молокопродуктов, мяса, овощей, картофеля. А это в свою очередь ведет к дополнительным дозам внутреннего облучения.

В значительной мере от последствий чернобыльской катастрофы пострадали флора и фауна. В первые дни после аварии около 80% всех радиоактивных выпадений на лесные площади было задержано надземными частями древесных растений и около 20% осело на почвенный покров. В настоящее время продолжается накопление радионуклидов в древесине основных лесообразующих пород. Данный процесс будет сохраняться и ближайшие 10 лет. Накопление стронция-90 и цезия-137 наименьшая – в верхних древесных ярусах и наибольшая – у живого напочвенного покрова (грибы, ягоды, растительность и др.). Накапливаются радионуклиды и в травянистых растениях. Коэффициент накопления в них радионуклидов зависит от вида растений, особенностей их корневой системы, почвенно-ландшафтных условий их произрастания, величины увлажнения и др. На пойменных лугах он выше, чем в других районах.

В то же время растительные комплексы являются относительно устойчивыми к радиационному воздействию. Большинство представителей растительного мира на загрязненных территориях не претерпело существенных изменений. Несмотря на отсутствие видимых нарушений на популяционном и ценоотическом уровнях происходит накопление мутационного груза (хромосомные аберрации) в геномах. В связи с этим нельзя исключить возможность появления изменений в фитоценозах в сторону преобладания наиболее радиорезистентных видов. Имеется также и

ряд других нарушений: снижение всхожести семян, изменения хода фотосинтеза, синтеза белков и др.

Радиоэкологические и радиобиологические исследования объектов фауны позволили установить ряд изменений. Так, в мышечной ткани мирных видов рыб содержание радионуклидов снизилось, а хищных – повысилось.

Максимальное количество радиоцезия среди птиц отмечается у серой куропатки, чирка-трескунка и кряквы и минимальное – у широконоски. Содержание радионуклидов у копытных млекопитающих, обитающих в наиболее загрязненных районах, по-прежнему остается на высоком уровне. Оно во многом зависит от климатических особенностей текущего года и сезона. В летне-осенний период загрязненность органов и тканей животных намного выше, чем зимой и весной. У хищных млекопитающих (волк, лисица) содержание радионуклидов в 12 раз выше, чем у травоядных.

Больше всего радионуклидов накапливается в мышечной ткани. Затем в порядке убывания следуют почки, сердце, селезенка, печень, легкие и костная ткань. Получаемые животными значительные дозовые нагрузки влияют на функциональное состояние органов и их гомеостаз. Отмечаются низкие темпы кроветворения, наличие в гемолимфе патологических изменений различной степени, ослабления здоровья потомства. В ближайшие годы улучшения состояния во флоре и фауне не предвидится.

Проблемы реабилитации загрязненных территорий.

Правительство РБ приложило огромные усилия для решения черныбыльских проблем. Непосредственно после аварии они были направлены на отселение людей с загрязненных территорий, оказание срочной гуманитарной помощи и установление контроля за воздействием радиации на здоровье человека. Сегодня общепризнанным фактом является то, что такой подход уже не отвечает современным условиям.

Приоритетными направлениями социально-реабилитационной работы являются:

- улучшение социально-экономических условий жизни населения пострадавших районов;
- повышение адресной направленности помощи пострадавшим от Чернобыльской катастрофы;
- усиление контроля над экологическим состоянием окружающей среды и реализация мер по снижению уровня радиоактивного загрязнения территории, промышленных, сельскохозяйственных, культурных и др. объектов;
- улучшение медицинского обслуживания населения;
- широкое информирование населения о правилах безопасного проживания;
- содействие переезду на другое место жительства жителям сильно загрязненных районов;
- развитие системы служб социально-психологической помощи, разработка технологий и методик оказания социально-психологической помощи различным социальным группам населения.

Появились новые приоритеты и новые представления о том, какого рода меры необходимы для решения долгосрочных последствий аварии. Не прекращающиеся страдания тех, на кого обрушилось это бедствие, требуют неукоснительного проведения мер по восстановлению пострадавших территорий.

Завершился этап решения чрезвычайных проблем и наступает новый этап – этап восстановления, рассчитанный на десять лет. На первом этапе решались отдельные проблемы пострадавшего населения, часто в отрыве друг от друга. Деятельность на новом этапе должна базироваться на комплексном подходе к обеспечению потребностей людей и населенных пунктов и быть направлена на переход к социальному обслуживанию пострадавшего населения на общих основаниях в рамках общенациональных систем социального обеспечения. Решение проблем и долговременных потребностей пострадавшего населения в области здравоохранения и экологии позволит затем перейти к решению задач третьего этапа – этапа снижения долгосрочных последствий аварии.

Содержание зон отчуждения и отселения.

Зоны отчуждения и отселения на территории Беларуси имеют площадь 4,37 тыс. км². Белорусский сектор зоны эвакуации (отчуждения) Чернобыльской АЭС представляет собой компактную территорию площадью 1,7 тыс. км². Проживавшее здесь население было эвакуировано в 1986 г. Тогда же земли на этой территории были выведены из хозяйственного пользования. В 1988 г. здесь создан Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ).

Зоны отчуждения и отселения рассредоточены на территории в 13 районов Гомельской и Могилевской областей республики, что создает определенные трудности по их содержанию.

На территориях зон эвакуации (отчуждения) и отселения действует особый правовой режим с целью предотвращения несанкционированного проникновения на них граждан и транспортных средств, неконтролируемого вывоза грузов, пресечения фактов браконьерства, сбора «даров леса». Основные подходы к содержанию этих зон были сформулированы в «Концепции содержания зон отчуждения и отселения».

Для осуществления управления зонами отчуждения и отселения, организации и контроля за состоянием их охраны и поддержания установленного законом режима содержания создан специальный орган – Администрация зон отчуждения и отселения, представители которой работают в 13 загрязненных районах Гомельской и Могилевской областей.

Деятельность в сфере функционирования территорий радиоактивного загрязнения регулируется Департаментом по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь.

В соответствии с Законом «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» в зоне отчуждения разрешается только хозяйственная деятельность, связанная с обеспечением радиационной безопасности,

предотвращением переноса радиоактивных веществ, выполнением природоохранных мероприятий, а также научно-исследовательских и экспериментальных работ. В отличие от зоны отчуждения на территории зоны отселения ведется строго ограниченная хозяйственная деятельность, связанная с поддержанием в надлежащем состоянии дорог, линий электропередач и других объектов, имеющих инфраструктурное значение.

Охранно-режимные мероприятия обеспечиваются проведением автопатрулирования, функционированием системы контрольно-пропускных пунктов.

Одной из основных проблем содержания зон отчуждения и отселения является борьба с лесными пожарами. С этой целью проводятся: устройство минерализованных противопожарных полос по квартальным просекам; опашка выселенных деревень по периметру застройки; сооружение противопожарных водоемов; поддержание в рабочем состоянии дорог, ведущих в наиболее пожароопасные участки зоны; подтопление части торфомассивов; авиационное и наземное патрулирование; создание пожарно-химических станций.

7.6 Организация и проведение эвакуации и отселения

Эвакуационные мероприятия – комплекс мероприятий по осуществлению временного отселения населения, эвакуации материальных и историко-культурных ценностей из зоны чрезвычайной ситуации (в военное время – в том числе из зоны возможного поражения) и их размещению в безопасных районах, проводимых заблаговременно и отвечающих условиям жизнеобеспечения, а также сохранности материальных и историко-культурных ценностей.

Временное отселение населения – комплекс мероприятий по осуществлению организованного перемещения населения из зоны чрезвычайной ситуации (в военное время – в том числе из зоны возможного поражения) в безопасные районы до окончания воздействия ее опасных факторов и восстановления соответствующих условий жизнедеятельности.

Эвакуация материальных и историко-культурных ценностей – комплекс мероприятий по определению объемов и вывозу из зоны возможного поражения в безопасные районы предметов, средств и ресурсов, обеспечивающих жизненно важные потребности населения, а также материальных объектов, которым присвоен статус историко-культурных ценностей.

Проведение эвакуационных мероприятий является одним из основных способов защиты населения и заключается в перемещении населения из мест возможного возникновения (возникших) чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время в безопасные районы страны преимущественно в пределах административно-территориальных единиц.

В соответствии с планами эвакуации для организации проведения временного отселения населения осуществляется оценка возможной

обстановки, которая может сложиться на территории соответствующей административно-территориальной единицы, организации при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

Транспортное обеспечение эвакуационных мероприятий осуществляется в соответствии с планами эвакуации.

В соответствии с планами эвакуации проведение эвакуационных мероприятий осуществляется из зон чрезвычайных ситуаций, как правило, в пределах административно-территориальных единиц. При этом выбор безопасных районов для размещения временно отселяемого населения, эвакуируемых материальных и историко-культурных ценностей предусматривается соответствующими эвакуационными комиссиями по согласованию с исполнительными и распорядительными органами этих районов.

Эвакуационные мероприятия на случай угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций предусматриваются на безопасные расстояния.

Временное отселение населения и эвакуацию материальных и историко-культурных ценностей обеспечивают местные исполнительные и распорядительные органы, соответствующие группы эвакуационных комиссий, которые осуществляют отправку, перемещение, прием, размещение, предусматривают трудоустройство, снабжение продовольствием и предметами первой необходимости, оказание медицинской помощи, бытовое обслуживание, а также соответствующие защитные мероприятия на случай угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций.

В целях создания условий жизнеобеспечения отселенного населения исполнительными и распорядительными органами предусматриваются имеющиеся общественные и административные здания большой вместимости (санатории, пансионаты, дома отдыха, школы и др.), а также жилые дома, отапливаемые дома дачных кооперативов и садоводческих товариществ с согласия их собственников (владельцев). При этом предпочтение следует отдавать объектам, размещенным вблизи аэропортов и железнодорожных вокзалов. Для размещения и временного проживания временно отселенного населения могут также предусматриваться купейные и плацкартные железнодорожные вагоны, сборные жилые дома контейнерного типа.

Эвакуационные мероприятия считаются завершенными, когда подлежащее отселению население, а также предусмотренные к эвакуации материальные и историко-культурные ценности размещены в безопасных районах.

Для организации проведения эвакуационных мероприятий в мирное и военное время создаются эвакуационные комиссии.

Основными задачами эвакуационных комиссий являются:

- организация разработки и корректировки планов эвакуации;
- организация и всестороннее обеспечение эвакуационных мероприятий;

- организация и обеспечение своевременной и качественной подготовки соответствующих групп эвакуационных комиссий;

- организация и обеспечение подготовки и проведения эвакуационных мероприятий.

Граждане, узнав об эвакуации, должны брать с собой самое необходимое:

- личные документы (паспорт, военный билет, свидетельство о браке, рождении детей, пенсионное удостоверение), деньги;

- продукты питания на 2–3 суток (консервы, копчености, сухари, печенье, сахар, сыр и др.) и воду;

- кружку (чашку), ложку, перочинный нож, спички (зажигалку), карманный фонарик;

- необходимую одежду, обувь, принадлежности туалета;

- белье, другие принадлежности.

Все необходимо уложить в чемоданы, рюкзаки, сумки. К ним прикрепите бирки с указанием фамилии, домашнего адреса и конечный пункт временного отселения. Не исключаются случаи, когда по радио и телевидению поступит распоряжение самостоятельно уходить из зоны ЧС.

7.7 Медицинская помощь пострадавшим

Комплекс мероприятий (таблица 7.7) по защите населения на случай аварий на атомных станциях и других объектах ядерной энергетики включает административные, организационные, технические и медицинские.

Медицинские мероприятия направлены на предупреждение и снижение последствий радиоактивного облучения населения аварийными выбросами. Они должны своевременно выявить лиц с признаками радиационных поражений. Особенно важно убедить людей не употреблять продукты питания и воду без надлежащего радиационного контроля. Вести постоянное наблюдение за изменениями в состоянии здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию. Конкретный объем и характер работ определяются масштабом аварии, временем, прошедшим с момента ее возникновения или фазой. При аварии ядерного реактора с выбросом в атмосферу радиоактивных веществ существует несколько путей ионизирующего воздействия на людей.

Таблица 7.7 – Мероприятия защиты населения по фазам аварии

Фаза аварии и продолжительность	Источники облучения	Основные виды облучения	Меры защиты населения
Ранняя, от нескольких часов до нескольких суток	Радиоактивное облако, радиоактивные осадки	Внешнее (общее, контактное), внутреннее (ингаляционное, через пищеварительный тракт)	Оповещение. Укрытие. Защита органов дыхания и кожных покровов. Эвакуация. Йодная профилактика. Индивидуальная дезактивация. Контроль продуктов питания и воды
Средняя, от нескольких дней до года после аварии	Радиоактивные вещества, осевшие из облака	Внешнее (общее), внутреннее (через пищеварительный тракт)	Переселение. Дезактивация территории. Контроль продуктов питания и воды. Медицинский контроль
Поздняя, до прекращения необходимых защитных мер	Радиоактивные вещества, осевшие из облака	Внешнее (общее), внутреннее (через пищеварительный тракт)	Контроль продуктов питания и воды. Медицинский контроль

Внешнее гамма-облучение усиливается от проходящих над населенными пунктами в виде облака радиоактивных выбросов, от радиоактивных веществ, осевших на поверхность земли и окружающие объекты (здания, сооружения, деревья).

Внутреннее облучение – за счет радиоактивных веществ, попадающих в организм через органы дыхания (ингаляционная опасность), и в результате потребления воды и местных пищевых продуктов, загрязненных радионуклидами.

Контактное облучение – при попадании радиоактивных веществ на кожные покровы и одежду.

Степень радиационной опасности для населения определяется количеством и составом радионуклидов, выброшенных во внешнюю среду, расстоянием от места аварии, характером застройки и плотностью проживания, метеорологическими условиями и сезоном года, характером сельскохозяйственного использования территории, водоснабжения и питания

людей. Говоря о радиационной опасности, необходимо отметить, что среди населения, проживающего на территориях, вовлеченных в аварийную ситуацию, острые лучевые поражения маловероятны. Пострадавшие с различными формами и степенями острых лучевых поражений могут быть только среди персонала АЭС и аварийно-спасательных подразделений. Это подтверждено как при ликвидации чернобыльской аварии, так и аварии в Три-Майл-Айленде (США). Однако вероятность появления отдаленных последствий воздействия радиоактивного облучения аварийными выбросами у населения очень высока. Частота и тяжесть их проявления во многом зависит и оттого, насколько своевременно и правильно населением, оказавшимся в зоне радиационного воздействия, выполнялись медицинские и санитарно-гигиенические мероприятия. При радиационной аварии с выбросом радиоактивных веществ выполнение ряда простейших защитных мероприятий позволяет предотвратить или ослабить радиоактивные поражения. Эффективность защитных мероприятий в значительной мере зависит от своевременного получения информации об аварии. Для этого населению, проживающему вблизи радиационно-опасных объектов, рекомендуется иметь постоянно включенными приемники радиотрансляционной сети. При получении информации об аварии необходимо известить об этом соседей. В дальнейшем поступать, сообразуясь с информацией о развитии аварии.

Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли можно использовать специальные респираторы, а при их отсутствии носовые платки, мягкие поглощающие бумажные салфетки, ватно-марлевые повязки, которыми закрывают рот и нос. Их необходимо использовать при движении в укрытие, во время нахождения там, а также во время эвакуации.

Одним из самых важных медицинских мероприятий по предупреждению поражения аварийными радиоактивными выбросами в первое время является йодная профилактика. Ее проведение преследует главную цель – не допустить поражения щитовидной железы. Это обусловлено тем, что в аварийных выбросах АЭС содержится большое количество радиоактивного йода. Концентрируясь в щитовидной железе, радиоактивный йод облучает ее и вызывает функциональные нарушения, которые по прошествии нескольких месяцев исчезают. На основании этого может появиться мнение, что попадание радиойода не столь опасно. Однако это ошибочно, т.к. отдаленные последствия проявляются через несколько лет и выражаются увеличением или уменьшением железы, образованием опухолей, требующих хирургического лечения. Проведение йодной профилактики необходимо прежде всего детям, т.к. в силу возрастных и физиологических особенностей детского организма одно и то же количество радиоактивного йода вызывает у них большее поражающее воздействие, чем у взрослых.

Для проведения йодной профилактики (таблица 7.8) используют препараты стабильного йода – таблетки или порошки йодистого калия. Однократный прием установленной дозы препарата обеспечивает высокий

защитный эффект в течение 24 часов. При отсутствии препаратов, содержащих йод в доступной для организме форме, допустимо использовать спиртовую настойку йода, нанося ее на открытые участки кожи и ногтевые пластины, т.к. эта лекарственная форма **только для наружного применения**. Для поддержания нужной концентрации йодистого калия в щитовидной железе, особенно при наличии вероятности повторных поступлений в организм радиойода, необходимы повторные приемы стабильного йода 1 раз в сутки в течение всего срока, когда возможно его поступление, но не более 10 суток для взрослых, не более 24 суток для беременных женщин и детей до 3-летнего возраста. Если йодная опасность будет сохраняться больше указанного срока, необходимо применять другие меры защиты, вплоть до эвакуации.

Таблица 7.8 – Эффективность йодной профилактики в зависимости от времени приема препаратов стабильного йода

Время приема препаратов стабильного йода	Защитный эффект, %
За 6 часов до ингаляции	100
Во время ингаляции	90
Через 2 часа после разового поступления	10
Через 6 часов после разового поступления	2

Запоздание с началом йодной профилактики на сутки от момента начала поступления радиоактивного йода в организм практически сводит ее результат на нет. Поэтому очень важно, чтобы население, проживающее в потенциально опасных населенных пунктах, детально знало все вопросы организации и проведения йодной профилактики. Особенно это касается неорганизованного населения крупных городов и населенных пунктов.

Проведение йодной профилактики организуют и осуществляют органы и учреждения здравоохранения с привлечением санитарных дружин и санитарного актива. Вместе с тем, каждой семье целесообразно иметь таблетки йодистого калия на всех членов семьи для приема в указанной выше дозировке в течение 24 суток или другие препараты стабильного йода. Для предупреждения всасывания радиоизотопов цезия и рубидия и снижения дозы внутреннего облучения при их попадании в организм разработан препарат ферроцин. Это порошок темно-синего цвета без запаха и вкуса. При приеме внутрь прочно связывает указанные изотопы и способствует выведению их из организма.

Препарат применяется для оказания первой медицинской помощи и последующего лечения в стационаре. Принимается в виде водной суспензии из расчета 1 г на полстакана воды 2-3 раза в день в течение 5-10 дней. С профилактической целью назначают также по 1 г на полстакана воды в день.

На основе ферроцина созданы высокоэффективные фильтры для очистки молока от радиоцезия. Использование таких фильтров позволяет значительно снизить вероятность поступления в организм радионуклидов цезия и рубидия.

Радиоизотопы бария, стронция прочно связываются, и предупреждается их всасывание из желудочно-кишечного тракта адсорбатором – препаратом сернокислого бария, обладающего повышенными адсорбционными свойствами. Это порошок белого цвета без запаха и вкуса. Применяется как профилактическое средство, так и в порядке неотложной помощи при наличии соответствующих показаний, которые устанавливаются специалистами. Принимается в виде взвеси, состоящей из половины стакана воды и 25 г порошка.

Начиная уже с первой фазы аварии, вторым радионуклидом после йода, вносящим большую долю в дозу внутреннего облучения, является цезий. Основными источниками поступления его в организм являются молоко и мясо животных, употребляющих корм, загрязненный аварийными выбросами. Поступающий в организм радиоцезий равномерно распределяется в мягких тканях. Существенное воздействие цезия наступает не сразу. Он имеет определенный период накопления в организме, который зависит от возраста человека и составляет от 1,5-24 месяцев у детей, до полугода у взрослых. Выведение цезия из организма идет практически с той же скоростью, что и накопление.

Одним из важных медицинских профилактических мероприятий по снижению доз внутреннего облучения, особенно во второй фазе аварии, является радиометрический контроль за содержанием радионуклидов в продуктах питания, выработанных из местного сельскохозяйственного сырья. Указанный контроль проводится специальными лабораториями, подведомственными санэпиднадзору, Минсельхозпроду, а также лабораториями перерабатывающих предприятий. Понятно, что для полномасштабного радиометрического контроля может потребоваться достаточно большое количество лабораторий и в реальных условиях их может быть недостаточно. В связи с этим одной из главных задач по снижению или исключению поступления радионуклидов в организм людей является перевод населения, и в первую очередь детей, на питание привозными продуктами из «чистых» районов.

В последней, «поздней» фазе протекания аварий на АЭС и других ядерных объектах важнейшим мероприятием является медицинское наблюдение (диспансеризация) за населением, подвергшимся радиационному воздействию. К этой категории, помимо персонала аварийного объекта, относят: население, проживающее или проживавшее в населенных пунктах, отнесенных к пострадавшим территориям, лица, участвовавшие в ликвидации аварии и ее последствий.

Медицинское наблюдение осуществляется наряду с продолжением мероприятий по предупреждению и снижению поступления радионуклидов внутрь организма с продуктами питания и водой.

В ходе диспансеризации особое внимание уделяется детскому контингенту, подвергнутому прямому радиационному воздействию. Кроме того, наблюдению при наличии показаний подлежат и дети, родившиеся от родителей, получивших облучение.

В ходе диспансерного наблюдения осуществляется распределение контролируемого контингента по группам состояния здоровья. Первейшая цель состоит в своевременном выявлении нарушений со стороны щитовидной железы, как органа, подвергнутого наибольшему воздействию.

Всю эту работу проводят местные территориальные учреждения здравоохранения, специализированные диспансеры, созданные в ряде крупных городов. Широко привлекаются специализированные научно-исследовательские институты и лаборатории. Лицам, находящимся на диспансерном учете, рекомендуется своевременно проходить все назначенные обследования, а при необходимости обращаться к врачу и в установленные сроки.

7.8 Мероприятия, обеспечивающие безопасное проживание населения на радиоактивно загрязненной территории

При проживании на местности, степень загрязненности которой превосходит фон, но не превышает опасных пределов, необходимо соблюдать специальный режим поведения, принимать меры по профилактике пылеобразования при ведении сельских работ в личных хозяйствах и по профилактике поступления РВ с продуктами питания и водой в организм. На приусадебном участке следует выкосить траву; по утрам территорию участка целесообразно увлажнять. В помещениях должна проводиться влажная уборка с тщательным стиранием пыли с мебели и подоконников. Ковры, половики и другие тканые покрытия необходимо чистить пылесосом или влажной тряпкой, но не вытряхивать. Уличную обувь оставлять за порогом дома и протирать влажной ветошью. При наличии условий желательно оставлять вне квартиры (дома) и верхнюю уличную одежду. Мусор из пылесоса и использованную при уборке ветошь необходимо сбрасывать в специально отрытую яму глубиной не менее 50 см.

При проведении полевых работ обязательно пользоваться ватно-марлевыми повязками, противопыльными тканевыми масками или респираторами, сменными спецодеждой и головными уборами. В конце рабочего дня обязательно принимать душ. При ведении приусадебного хозяйства для уменьшения радиоактивного загрязнения выращиваемых продуктов в почву вносятся известь, калийные и другие удобрения, а также торф. Во время уборки урожая плоды, овощи, корнеплоды непосредственно на почву не складываются. Выращенные сельскохозяйственные продукты подвергаются выборочному дозиметрическому контролю. При установлении их загрязненности они промываются (очищаются) и, в зависимости от результатов вторичного контроля, применяются по назначению или на корм скоту.

Вся продукция, получаемая от сельскохозяйственных животных, птиц и пчел также подвергается выборочному дозиметрическому контролю. При обнаружении загрязнения молоко, яйца, мед, убойный скот подлежат обезвреживанию или утилизации. Не рекомендуется употреблять в пищу рыбу и раков из местных водоемов, особенно мелких, способных накапливать РВ. Заготовка дикорастущих ягод, грибов, лекарственных трав осуществляется по разрешению местных властей с определенных территорий после выборочного дозиметрического контроля.

7.9 Защитные мероприятия в агропромышленном комплексе после Чернобыльской аварии

Применение защитных мероприятий (контрмер) направлено на радиационную защиту человека и окружающей среды, а также на возвращение к нормальной жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях, насколько это возможно. На разных фазах чернобыльской аварии (ранняя, промежуточная и поздняя) применялись различные контрмеры, направленные как на уменьшение внешнего, так и внутреннего облучения человека. Для защиты населения от радиации был применен широкий комплекс контрмер – начиная от срочной эвакуации жителей с территорий с наиболее высоким радиоактивным загрязнением в 1986 году до долгосрочного мониторинга радионуклидов в пищевых продуктах во многих европейских странах на соответствие допустимым уровням.

В период с 1986 по 1989 годы в ближней зоне ЧАЭС и в населенных пунктах, наиболее загрязненных после Чернобыльской аварии, была проведена крупномасштабная дезактивация. В общей сложности было обработано более тысячи населенных пунктов. Это включало очистку водой или специальными растворами десятков тысяч жилых и общественных зданий, более тысячи сельскохозяйственных ферм, удаление загрязненных частей зданий и верхнего слоя почвы, очистку и мытье дорог, а также дезактивацию открытых источников водоснабжения. На сельскохозяйственных угодьях и в лесах удаление радиоактивно загрязненного слоя почвы не проводилось из-за потери плодородия дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв, серьезных экологических проблем, а также высокой стоимости, связанной с захоронением загрязненной почвы.

Осуществление сельскохозяйственных контрмер после чернобыльской аварии было наиболее эффективным и весьма широким как в наиболее пострадавших странах бывшего СССР, так и в Западной Европе. Основная цель сельскохозяйственных контрмер заключалась в производстве пищевых продуктов с концентрациями радионуклидов ниже установленных на тот момент допустимых уровней. Спустя 10 лет после аварии было официально признано мировым сообществом, что применение контрмер в сельском хозяйстве позволило в 2 раза уменьшить дозы облучения населения в

наиболее пострадавших после Чернобыльской аварии странах. Применение защитных мероприятий/контрмер после Чернобыльской аварии с целью уменьшения радиоактивного загрязнения продуктов питания и сейчас остается основным средством уменьшения доз облучения населения. Опыт применения защитных мероприятий показал, что человечество располагает достаточно большими возможностями по снижению последствий радиоактивного загрязнения. Признано, что практически все сельскохозяйственные контрмеры, применяемые в крупных масштабах на загрязненных землях после Чернобыльской аварии, могут быть рекомендованы для использования и в случае потенциально возможных будущих радиационных аварий (таблица 7.9).

Таблица 7.9 – Эффективность защитных мероприятий при радиоактивном загрязнении

Защитное мероприятие	^{137}Cs	^{90}Sr
Известкование	1,5–3,0	1,5–2,6
Внесение минеральных удобрений	1,5–3,0	0,8–2,0
Внесение органических удобрений	1,5–2,0	1,2–1,5
Коренное улучшение: Первое применение	1,5–9,0	2,0–3,0
Дальнейшие применения	1,5–3,5	1,5–2,0
Поверхностное улучшение	2,0–3,0	1,5–2,0
Кормление чистыми кормами (в зависимости от времени)	2–5	2–5
Введение сорбентов цезия	2–5	—
Переработка молока в масло	4–6	5–10
Переработка семян рапса в масло	250	600

7.10 Способы защиты от ионизирующих излучений (ИИ)

Способы защиты от ИИ делят на физические и химические, защиту от внешнего облучения и защиту от внутреннего облучения.

К физическим методам защиты относят:

- защиту временем – чем меньше время пребывания вблизи источника радиации, тем меньше полученная от него доза облучения;
- защита расстоянием – интенсивность излучения уменьшается с удалением от компактного источника (пропорционально квадрату расстояния). Если на расстоянии 1 м от источника радиации дозиметр фиксирует 1000 мкР/час, то уже на расстоянии 5 м показания снизятся приблизительно до 40 мкР/час.

- экранирование источника излучения – между человеком и источником радиации должно оказаться как можно больше вещества. Чем его больше и чем оно плотнее, тем большую часть радиации это вещество поглотит.
- средства защиты органов дыхания (повязки, маски и др.);
- санитарно – гигиенические мероприятия (умывание, душ, бани и др.);
- регулярное проветривание и вентиляция помещений, рабочих объемов (уменьшает облучение радоном и продуктами его распада);
- уменьшение активности и количества источников ионизирующего излучения;
- дезактивация (удаление радионуклидов) продуктов питания, воды, различных поверхностей.

Дезактивация [дез- (де-) + лат. *activus* – действующий, действенный] – комплекс мероприятий по удалению или снижению радиоактивных поверхностных загрязнений с рабочих поверхностей или из какой-либо среды и перевод радионуклидов в форму, удобную для захоронения. Дезактивацию производят химическим, химико-механическим, электрохимическим, паро-эмульсионным или гидродинамическим методом. Цель дезактивации – обезопасить объект или территорию для пребывания там незащищенных от воздействия радиации людей. *Дезактивацию территории* проводят путём смывания радиоактивных веществ водой или водным раствором ПАВ поливомоечными машинами. Смывают радиоактивные вещества и всасывают их в бункер вакуумной машиной с последующим вывозом и захоронением. Снимают верхний слой загрязнённого грунта дорожно-строительной техникой. Изолируют загрязненную поверхность, с помощью дезактивирующего раствора или пены, при помощи затвердевающих пленок и т.п. Сгребают и сметают радиоактивно-загрязнённый снег машинами, имеющими плужно-щеточное снегоочистительное оборудование. *Способы дезактивация зданий и сооружений различные.* Они включают в себя смывание радиоактивных веществ струей воды под давлением или водными растворами ПАВ при помощи пожарных машин и мотопомп. Разбирают крыши и захоранивают их. Обработывают отдельные участки стен обдирочными и абразивными материалами при помощи пескоструйных агрегатов. Удаляют радиоактивные вещества при помощи промышленных пылесосов и др.

Дезактивация продуктов питания: мяса – нарезают мясо на куски и вымачивают в течение 10–15 часов, сменяя периодически воду. Затем мясо варят в течение 10 минут и сливают отвар. Радиоактивность мяса уменьшается в 2 раза, а после варки в течение 30–40 минут – в 3–6 раз.

Свежую рыбу необходимо очистить от чешуи, удалить внутренности, а у донных рыб и хребет. Затем рыбу разрезать на куски и вымочить в течение 10–15 часов, сменяя периодически воду, количество радионуклидов цезия уменьшается на 70–75%. При отварах количество радионуклидов в рыбе уменьшается в 2 раза по сравнению с очищенной.

Молоко сепарируют, в сыворотке и обрете остается до 90% радионуклидов. Молоко перерабатывают в молочные продукты: в сливках

остается 15% цезия и 8% стронция, в твороге обезжиренном – 10% цезия и 12% стронция, в сливочном масле – 2,5% цезия и 1,5% стронция, в топленом масле – 0%. Наиболее безопасный способ пить молоко – разбавлять сливки кипяченой водой.

Овощи – механически очистить их поверхность от земли, промыть в теплой проточной воде. Промывка в проточной воде картофеля, томатов, огурцов снижает степень загрязнения радионуклидами в 5–7 раз. У капусты, лука, чеснока удалить верхние наиболее загрязненные листья. Ботву корнеплодов и места прикрепления листьев (венчики) срезать. Удаление кроющих листьев у капусты снижает степень загрязнения радионуклидами в 40 раз, срезание венчика у корнеплода – в 15–20 раз. Более полная дезактивация происходит после варки: картофель – воду сливать трижды после закипания.

Яблоки и груши относительно чистые, более загрязнены — красная и черная смородина. Ее лучше перерабатывать в сок. Грибы очищают от грязи, промывают холодной водой и режут на кусочки, укладывают в эмалированную кастрюлю, заливают раствором поваренной соли, ставят на огонь и кипятят 10 минут. Раствор сливают, грибы промывают холодной водой, снова заливают водой и кипятят 20 минут. Процедуру повторяют и снова кипятят 20 минут, и количество радионуклидов уменьшается в 100–1000 раз.

Санитарно – гигиенические мероприятия включают в себя:

- 1) регулярную влажную уборку помещений;
- 2) проветривание в летнее время помещения при малых скоростях ветра;
- 3) в летнее время форточки и окна при сильном ветре необходимо закрывать;
- 4) пылезащитные сетки на окнах и форточках;
- 5) полоскание перед приемом пищи горло и рот, мытье руки и лицо с мылом;
- 6) частое применение душа и бань с парилкой;
- 7) частую стирку и химчистку и замену верхней одежды;
- 8) предварительную чистку рабочей одежды и обуви в сельской местности после возвращения с улицы и хранение ее вне жилых помещений;
- 9) посадку возле домов деревья и кустарники для поглощения пыли;
- 10) запрещение разжигать костры в лесу и не дышать дымом от них;
- 11) увлажнение земли на приусадебных и дачных участках, если при работе на них поднимается пыль;
- 12) частую чистку дома ковров, мебели и др. вещей и предметов, поглощающих пыль;
- 13) захоронение золы, образующейся после топки печей дровами;
- 14) частую чистку печных дымоходов в сельской местности;
- 15) наличие водостоков с крыш домов и места захоронения дождевой воды;

- 16) использование респираторов, ватно – марлевых повязок, противопылевых масок во время сельскохозяйственных работ для защиты органов дыхания от пыли;
- 17) использование защитных свойств зданий, сооружений, техники;
- 18) запрет на потребление воды из незнакомых источников и купание в них;
- 19) ограничение времени пребывания в лесу;
- 20) обустройство колодцев в сельской местности;
- 21) работу в головных уборах и защитной одежде, по окончании всех видов сельскохозяйственных работ принимать душ;
- 22) проветривание кухни и жилых помещений не менее 5 часов в сутки для удаления радона;
- 23) удаление радона из воды во время ее кипения открывать на несколько секунд крышку посуды;
- 24) постоянное соблюдение правил личной гигиены.

К методам химической защиты от ионизирующего излучения относят использование: радиопротекторов (радиозащитных средств); витаминов; микроэлементов лекарственных веществ, обладающих радиозащитным действием и улучшающих функцию организма.

Радиопротекторы – это химические препараты, предназначенные для уменьшения воздействия ИИ на организм человека.

Различают следующие виды радиопротекторов:

- 1) серосодержащие вещества (цистеин, цистеамин, АЭТ);
- 2) амины (серотонин, мегафен, аминазин, мексамин и др.);
- 3) антибиотики (пенициллин, актиномицин и др.);
- 4) фенольные соединения (меланин).

Радиопротекторами, применяемыми для лучевой терапии, являются цистамин, гидрохлогид мексамина в таблетках по 0,05 г препарата и др. Механизмы действия радиопротекторов связаны не только с инактивацией окислительных радикалов и других агрессивных агентов, возникающих в клетках и тканях при воздействии ИИ, и с активацией биологических процессов, обеспечивающих повышение радиоустойчивости клеток, тканей и в целом организма. В случае их применения снижается степень проявления всех типов первичного радиационного поражения клеток, интенсифицируется клеточное деление.

Эффект при применении этих веществ развивается в первые минуты или часы после введения и сохраняется в течение 2-6 часов. Действие радиопротекторов направлено, прежде всего, на защиту гемопоэтических клеток, поэтому, препараты этой группы применяют для профилактики поражений, вызываемых облучением в диапазоне 1-10 Гр.

При сравнении других радиозащитных средств противолучевой эффект для радиопротекторов среди прочих фармакологических свойств является основным. Радиозащитный эффект связан с возможностью снижения косвенного поражающего действия ионизирующих излучений на основные

структуры клетки – биологические мембраны и ДНК. Данный эффект может быть достигнут двумя путями:

- прямым участием молекул радиопротектора в «конкуренции» с продуктами свободно-радикальных реакций за «мишени»; обратимым взаимодействием с белками и т. д.;

- «фармакологическим» снижением содержания кислорода в клетке, что ослабляет выраженность «кислородного эффекта» и проявлений оксидативного стресса.

Первый механизм радиозащитного эффекта более характерен для серосодержащих радиопротекторов, второй – для препаратов рецепторного действия.

Переносимость радиопротектора зависит от условий, сопутствующих его применению. Многие факторы, такие как физическая нагрузка, повышенная или пониженная температура окружающей среды, психоэмоциональное напряжение, действие токсикантов, работа в средствах индивидуальной защиты могут существенно снижать переносимость радиопротекторов, приближая их токсические дозы к радиозащитным.

Биологическая защита. Она, как и химическая, осуществляется с помощью назначения лекарственных средств. Однако эти вещества, в отличие от радиопротекторов, не обладают специфическим действием, а способны лишь повышать общую сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам, в частности к радиации. Такие вещества называют адаптогенами, т.е. веществами, способными вызывать в организме человека неспецифически повышенную сопротивляемость к действию многих повреждающих агентов. К числу таких средств относят элеутерококк, женьшень, китайский лимонник, витаминно – аминокислотные комплексы и др. К биологической защите следует отнести занятие физкультурой, закаливание, хорошее и полноценное питание.

Обеспечить усиление выведения радионуклидов из организма через кишечник, почки и потовые железы помогают рациональное питание, обильное питье, душ, парилки в банях, активный образ жизни и т.д.

Применение принципа конкурентного замещения объясняется тем, что некоторые радионуклиды по своим химическим свойствам и метаболизму сходны с некоторыми стабильными элементами: цезий с калием и рубидием; стронций с кальцием; плутоний с трехвалентным железом. При этом организм человека усваивает, прежде всего, калий и кальций, а при их дефиците – их радиоактивные конкуренты цезий 137 и стронций 90. Поэтому необходимо больше потреблять продуктов, содержащих калий, рубидий, кальций, железо.

Источниками калия являются (суточная потребность 3 г): курага, урюк, изюм, чернослив, чай, орехи, лимон, фасоль, картофель, пшеница, рожь, редька, овсяная крупа, яблоки, хурма, черешня, томаты, капуста, чеснок, черная смородина, свекла, абрикосы. Содержат калий и продукты животного происхождения – свинина, икра, сливочное масло.

Источником рубидия является красный виноград.

Источником кальция (суточная потребность 1 г в сутки) являются: творог, сыр, мясо, рыба, яйца, капуста, зеленый лук, бобы, укроп, репа, петрушка, хрен, шпинат, зеленый горошек, яблоки, огурцы, морковь, овсяная крупа, пшеница, апельсины, лимоны, картофель, семечки.

Источником железа (суточная потребность 15 – 30 мг в сутки) являются: мясо, рыба, яблоки, изюм, салат, черноплодная рябина, зеленый лук, яичный желток. Лучше усваивается железо животного происхождения.

Использую также и такие медицинские препараты, как антагонисты стронция кальция хлорид, кальция альгинат и кальция лактат.

Употребление продуктов, слабо аккумулирующих радионуклиды:

1) Культурами слабо накапливающими цезий 137 являются: ячмень, пшеница, овес, томаты, огурцы, морковь, чеснок, лук, свекла, капуста, все фрукты, малина, рябина, белая смородина, крыжовник, земляника. Картофель занимает промежуточное положение по накоплению радионуклидов, но, учитывая, что при приготовлении он очищается от кожуры, можно считать его относительно «чистым». Необходимо только учесть, что при использовании перечисленных культур необходимо их мыть в проточной воде и очищать от земли.

2) Слабо накапливают стронций 90 картофель, томаты, капуста, хрен, редька, ирис.

Насыщение организма витаминами и микроэлементами. Для этого употребляют повышенное количество отдельных витаминов:

Антиоксидантов:

1) Витамин А – обладает антиоксидантными свойствами, укрепляет кожный покров, защищает от инфекций, помогает освободиться от свободных радикалов воды. Его содержат говяжья печень, сливочное масло, яичный желток, морковь, кукуруза, капуста, тыква, хурма, чеснок, сельдерей, красный сладкий перец, облепиха, петрушка.

2) Витамин С – активизирует процессы кроветворения, обладает антиоксидантным действием, укрепляет надпочечники, повышает иммунитет, выводит из организма свободные радикалы. Его содержат шиповник, черная смородина, сладкий перец, облепиха, черноплодная рябина, цитрусовые, земляника, томаты, капуста, зеленый лук.

3) Витамин Е – помогает избавиться от свободных радикалов, улучшает кровообращение, является антиоксидантом. Его содержат облепиха, кукуруза, бобовые, нерафинированные масла (лучше оливковое), гречка, семечки подсолнуха, орехи, чеснок, лук, яблоки, персики.

Общеукрепляющие витамины:

1) Витамины группы В стимулируют нервную и иммунную системы. Особенно активно помогают противостоять радиации прямо или косвенно витамины В6 и В12.

2) Витамин В6 – повышает кроветворение и иммунитет. Его содержат зерновые, капуста, морковь, зелень.

3) Витамин В12 – способствует образованию эритроцитов, помогает работе нервной системы. Его содержат соя и продукты животного происхождения.

4) Витамин РР – улучшает обменные процессы в организме, а, следовательно, и стимулирует выведение радионуклидов из организма. Его содержат рисовые и пшеничные отруби, сухие дрожжи, печень, почки, сердце.

Важную роль в противостоянии радиации и укреплении здоровья человека играют некоторые макро – и микроэлементы:

1) Железо – способствует образованию эритроцитов, блокирует поглощение плутония (продукты, содержащие железо рассмотрены выше).

2) Селен – поглощает радикалы воды в значительных количествах, восстанавливает иммунную систему, снижает частоту опухолей молочной и щитовидной железы. Его содержат рис, ячмень, овес, зелень, чеснок, мясопродукты, рыба.

3) Сера – повышает сопротивляемость клеток организма к действию радиации, помогает восстанавливаться молекулам ДНК. Ее содержат капуста, петрушка, водяной кресс.

4) Магний – способствует обмену углеводов и белков, а, следовательно, и выведению радионуклидов из организма. Его содержат орехи, бобовые, зерно, морская капуста, листовые овощи, яичный желток, печень, овес.

5) Иод – способствует укреплению иммунной и других систем, нормальной работе щитовидной железы. Его содержат яйца, гречка, морковь, овес, морская капуста, чеснок, фасоль, картофель, клубника, свекла.

6) Фосфор – способствует нормальной работе системы кроветворения, подавляет раковые клетки. Его содержат рыба, яблоки, зеленый горошек, овес, гречка, пшено, мясо, яйца, огурцы, молоко.

7) Калий – не только блокирует цезий 137, но и регулирует деятельность сердца, почек, скелетных мышц, улучшает работу печени (продукты, содержащие калий рассмотрены выше).

8) Натрий – стимулирует активность пищеварительных ферментов, способствует проникновению в клетки аминокислот. Является конкурентом цезия 137. Его содержат соль и некоторые овощи. Примечание: при засолке овощей и мяса натрий вытесняет цезий из продуктов питания.

9) Кальций – не только блокирует стронций 90, но и укрепляет кости, иммунную и кровеносную системы (продукты, содержащие кальций рассмотрены выше).

10) Медь – необходима для нормального функционирования антиоксидантной и иммунной систем организма. Медь содержат свекла, картофель, яблоки, горох, фасоль, орехи, соя, гречка, сыр, печень, рыба, мясо, яйца, печень, молочные продукты.

11) Фосфор – необходим для протекания нормальных процессов обмена в костной ткани, но избыток его тормозит всасывание кальция.

12) Кобальт – необходим для системы кроветворения, входит в состав витамина В12. Его содержат щавель, груша, укроп, свекла, зеленый лук,

черная смородина, рыба, морковь, клюква, рябина, орехи, горох, фасоль, бобы, сливочное масло, печень, почки.

Общеукрепляющие организм средства, микроэлементы и витамины применяют как в виде натуральных продуктов – овощи, фрукты, ягоды, соки, так и в виде аптечных препаратов.

В облученном организме наряду с явлениями повреждения и нарушений функций разыгрываются и восстановительные внутри – и межклеточные компенсаторно – приспособительные процессы. Это прежде всего пролиферация клеток, сохранивших свою жизнеспособность, благодаря чему восстанавливается популяция клеток критических органов и их функциональная активность. Резервом пролиферации клеток критических органов и тканей могут быть как непораженные клетки, так и клетки частично обратимо пораженные, восстановившие свою способность к размножению. При этом имеет место репарация как на тканевом, клеточном, так и субклеточном уровнях, важнейшими механизмами которых являются гиперплазия и гипертрофия клеток и клеточных ультраструктур.

Восстановление организма после облучения во многом связано с регенерацией сохранившихся жизнеспособных кроветворных полипотентных стволовых клеток. Активная регенерация костного мозга приводит к количественной нормализации его клеточных элементов. При этом увеличение количества клеток происходит тем раньше, чем меньше доза облучения и определяется различиями в сроках восстановления митотической активности. Оптимизации указанного процесса способствуют витаминизированное и богатое минеральными веществами питание и применение лекарственных трав и средств, обладающих радиозащитным действием и улучшающих функции организма:

- 1) женьшеня, лимонника, хвоща полевого, земляники, боярышника, крапивы, пустырника и др. стимуляторов сердечнососудистой деятельности;
- 2) золотого корня, элеутерококка, крапивы, подорожника, земляники, одуванчика, иван – чая, шиповника и др. стимуляторов кроветворения;
- 3) облепихи, подорожника, ромашки аптечной, женьшеня, элеутерококка, золотого корня, аралии, заманихи, медуницы лекарственного, одуванчика, как противолучевых средств;
- 4) облепихи, шиповника, черной смородины, земляники, одуванчика, крапивы двудомной, спорыша, калины и др. общеукрепляющих средств;
- 5) подорожника, шалфея, березы, хвоща полевого, зверобоя и др. противомикробных средств.

В основе радиопротекторного действия растений лежит предупреждение повреждения тканей продуктами радиолиза воды благодаря химической структуре биологически активных веществ растений – фенольных (дигидрокверцетин, катехины, антоцианы, флавонолы), ненасыщенных соединений (бета-каротин, ликопин, жирные кислоты), а также насыщенных жирных кислот, гидрохалконов, лишайниковых кислот, полисахаридов, алкалоидов, хлорофилла и иных пигментов, например, меланина чаги, тритерпеновых сапонинов, микроэлементов.

Доказано, что эффективными радиопротекторами являются такие лекарственные средства растительного происхождения как:

1) монастырский сбор (шалфей, крапива, шиповник, бессмертник, толокнянка, череда, полынь горькая, тысячелистник, ромашка, липа, чабрец, кора крушины, календула, подорожник, сушеница, пустырник, береза, трифоль);

2) сироп ягод бузины травянистой;

3) настойка цветков каштана конского обыкновенного;

4) суппозитории с экстрактом травы болиголова и каменным маслом.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

8. Роль экологии в системе безопасной жизнедеятельности человека

8.1 Этапы исторического развития экологии как науки. Особенности современного этапа развития экологии. Предмет изучения экологии

Термин «экология» образован от двух греческих слов (ойкос – дом, жилище, родина, и логос – наука), означающих дословно «наука о местообитании».

В более общем смысле экология – это наука, изучающая взаимоотношение организмов и их сообществ с окружающей их средой обитания (в том числе многообразие взаимосвязей их с другими организмами и сообществами).

История возникновения экологии как науки уходит корнями в античный период и эпоху Возрождения и на сегодняшний день остается динамично развивающейся наукой. В развитии экологии можно выделить несколько этапов.

Первый этап развития науки – накопления фактического материала и первый опыт его систематизации. Он начинается с момента возникновения человеческого общества. Человек, для того чтобы выжить, должен был наблюдать за происходящими явлениями, поведением животных и использовать эти знания для успешной охоты, выбора оптимального места для жилища, заготовки растений в качестве источника пищи, лекарств, либо сырья. Письменные источники, касающиеся появления научных наблюдений, которые ныне называют экологическими, относятся к Античному Миру. Древнегреческий философ Аристотель (3-4 в. н.э.) использовал экологический подход в предложенной им классификации животных и в наблюдениях за изменениями природной среды. Его ученик Теофраст Эрезийский (372 – 287 до н.э.), которого называют отцом ботаники, в труде «История растений» отмечал зависимость растительного покрова от климата и почв. К этому периоду относиться знаменитая «Естественная история» Плиния Старшего (23-79 н.э.).

В средние века интерес к изучению природы ослабевает, заменяясь господством схоластики и богословием. Научные исследования часто подвергались гонениям инквизиции.

В период эпохи Возрождения (начиная с конца 15 века) интерес к естественным наукам опять возрастает. Особенно активизировались описания живой природы в эпоху географических открытий. В этот период было описано большое количество новых представителей растительного и животного мира, составлены подробнейшие описания внутреннего и внешнего строения растений и животных. В этот период стали предприниматься новые попытки систематизации живой природы. Первые систематики – Дж. Рей (1623 – 1705 гг.), Ж. Гурнефор (1655 – 1708 гг.), К.

Линней (1707 – 1778 гг.) и др., стремясь к созданию полной системы (классификации) органического мира, сообщали и о зависимости растений от условий их произрастания или возделывания, местах обитания и т.п.

Дальнейшему развитию экологического мышления способствовало появление в начале XIX столетия биогеографии. Труды А. Гумбольдта (1769–1859 гг.) определили новое, экологическое, направление в географии растений. Он ввел в науку представление о том, что «лицо» ландшафта определяется внешним обликом растительности: в сходных зональных и вертикально-поясных географических условиях у растений разных систематических групп вырабатывается сходный внешний облик.

Одним из основоположников классической экологии с полным правом можно назвать профессора Московского университета К.Ф. Рулье (1814–1858 гг.), который широко пропагандировал необходимость развития особого направления в зоологии, посвященного всестороннему исследованию жизни животных, их сложных взаимосвязей с окружающим миром - таких как взаимоотношения родителей и потомства, отношение между животными разных видов, их взаимодействие с растениями, почвой, зависимость от физических условий и т.п. К.Ф. Рулье разработал широкую систему экологического исследования животного мира.

В 1859 году появилась книга Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь». В этом труде показано, что борьба за существование в природе, под которой автор понимал все формы противоречивых связей вида со средой, приводит к естественному отбору, то есть является движущим фактором эволюции. Стало ясно, что взаимоотношения живых существ и их связи с неорганическими компонентами природы («борьба за существование») – большая самостоятельная область исследований.

Второй этап развития экологии как науки охватывает период с 1866 года по вторую половину XX века. Новая область знаний получила название «экология». Термин «экология» предложил в 1866 году Эрнст Геккель.

В конце 70-х годов XIX века в экологии возникло новое направление – биоценология. Немецкий гидробиолог К. Мёбиус (1877г.) обосновал представление о биоценозе как глубоко закономерном сочетании организмов в определенных условиях среды, обусловленном длительной историей приспособления видов друг к другу и к сходной экологической обстановке. Учение о растительных сообществах обособилось в отдельную отрасль ботанической экологии – геоботанику, основные положения которой были разработаны в трудах Г.Ф. Морозова и В.И. Сукачева на основе учения о лесе.

В начале XX столетия оформились экологические школы гидробиологов, ботаников, экологов, в каждой из которых развивались определенные стороны экологической науки. В 1910 г на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе экология растений официально разделилась на экологию особей, отдельных видов (аутоэкологию) и экологию сообществ (синэкологию). Это деление распространилось и на экологию животных. В 1913–1920 гг. были организованы экологические научные общества, основаны журналы,

экологию начали преподавать в университетах, т. е. экология окончательно сформировалась как самостоятельная наука.

В 30-е годы оформилась новая область экологической науки – популяционная экология (демэкология), основоположником которой следует считать английского ученого Ч. Элтона. Центральными проблемами экологии популяций стали внутривидовая организация и динамика численности организмов. Исследования популяций (совокупностей особей одного вида) в экологии в значительной мере были обусловлены запросами практики: острой необходимостью разработки основ борьбы с вредителями и конкурентами в сельском и лесном хозяйстве, истощением запасов ряда ценных промысловых животных, открытием роли некоторых диких животных в распространении паразитов и вредителей, возбудителей болезней человека и домашнего скота.

К 40-м годам в экологии возник принципиально новый подход к исследованию природных экосистем: в 1935 г. английский ученый А. Тенсли выдвинул понятие экосистемы, а в 1942 г. В.Н. Сукачев обосновал представление о биогеоценозе. В этих понятиях нашла отражение идея о единстве совокупности организмов с абиотическим окружением, о закономерностях, которые лежат в основе связи всего живого и окружающей неорганической среды – о круговороте веществ и превращениях энергии.

С конца 50-х гг. экология продолжает стремительно развиваться. Появились исследования миграции живого вещества и энергии, стали бурно внедряться методы математического моделирования, позволившие описать многие экологические закономерности. Была получена развернутая картина возможных вариантов динамики популяций, сформулированы важные принципы совместного существования видов в сообществе, описаны сложные процессы их метаболизма. Фактически именно эти результаты стали основой для решения задач программирования урожая, расчета эффективных схем управления сельскохозяйственными посевами и т.п.

Третий этап развития экологии как междисциплинарной науки относится к периоду начала 70-х годов XX века до 1992 года.

В этот период очень сильно обострились проблемы деградации окружающей среды, которые пробудили волну общественного движения в защиту окружающей среды. На экологические проблемы обратили внимание политики, а начавшиеся попытки поиска решений этих проблем привели к развитию медицинских инженерных и экономических исследований в этой области, т.е. экология перестала быть чисто биологической дисциплиной, а стала междисциплинарной наукой. Современная экология занимается не только изучением проблем взаимоотношения живых организмов с окружающей средой, но и проблемами воздействия деятельности человека на природу, а также поисков решений для снижения этого воздействия, моделирования и прогнозирования событий.

Четвертый этап – этап устойчивого развития, начавшийся в 1992 году. В этот год на проходившей в Рио-де-Жанейро конференции ООН по устойчивому развитию и охране окружающей среды было официально

принято понятие «Устойчивое развитие». Данное понятие подразумевает «такое развитие общества, при котором удовлетворение потребностей текущего поколения не будет ущемлять возможности будущего поколения удовлетворять свои потребности». На этой конференции руководителями 179 государств мира была подписан документ «Повестка дня на XXI век», который представляет комплексную программу развития государств планеты, направленную на развитие экономической состоятельности стран, развитие социальных гарантий общества и, одновременно, предотвращение деградации окружающей среды. Такое развитие без разработки новых экономических идей, без развития природоохранных инженерных технологий на сегодняшний день невозможно.

В настоящее время понятие экологии как науки формулируется следующим образом:

Экология – это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязь между организмами и средой, в которой они обитают.

8.2 Основные понятия: экологическая система, биота, биогеоценоз, биосфера

Основной функциональной единицей экологии является экосистема.

В природе живые организмы и популяции, которые они составляют, никогда не существуют отдельно друг от друга и всегда связаны со средой обитания. Популяции разнообразных видов всегда составляют сообщества, в которых все живые организмы находятся во взаимодействии. Такие сообщества живых организмов немецкий ученый Мёбиус в 1877 году предложил называть биоценозами (от сочетания греческих слов *bios* – жизнь + *cenosis* – сообщество).

Итак, биоценоз – это совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок суши или водоема и взаимодействующих друг с другом.

Интересным является тот факт, что названия сухопутным биоценозам дает сочетание преобладающих в данном сообществе растений. Если преобладают деревья, то это лес, парк или сад, если травянистые растения, то – луг, поле или степь. Но нигде мы не встретим биоценоз зайцев или волков.

Биоценозы – это открытые системы. В природе они не занимают четко ограниченные зоны и нередко могут сливаться, переходя друг в друга.

Сочетание неживых компонентов среды обитания, с которыми связан биоценоз, получили название биотопа. Взаимосвязанное сообщество биоценоза и биотопа в современной экологии получило название экологической системы или экосистемы. Термин «экосистема» был предложен в 1933 году английским экологом А. Тэнсли.

Экосистема (биогеоценоз) – это совокупность растительного (фитоценоз), животного (зооценоз) мира, мира микроорганизмов (микробоценоз), обитающих на определенной территории (эдафотоп) с

однотипными условиями обитания (климатоп, представленный газами атмосферы и водой), которые взаимосвязаны и взаимодействуют между собой, имеют определенный тип обмена веществ и энергии и которые находятся в постоянном развитии и движении. Любая экосистема выполняет три основные функции:

- синтез органических питательных веществ;
- круговорот питательных веществ и энергии;
- устойчивость.

В отличие от биоценоза, границы которого очерчены преобладающим растительным сообществом, экологическая система не имеет явных границ, в связи с чем по размеру их подразделяют на четыре класса.

Микроэкосистемы – минимальная по размеру, но вполне автономная единица природы, в которой имеется круговорот веществ. Например, подушка лишайника на камне или пне дерева, где образовалось взаимовыгодное сообщество, состоящее из зеленой водоросли – продуцента, обеспечивающего сообщество органическими веществами, и гриба – консумента и, возможно, редуцента, который закрепляет лишайник на субстрате и обеспечивает сообщество минеральными веществами и водой.

Мезоэкосистема – экосистема среднего размера, которая состоит из одного или нескольких растительных сообществ. Например – лес или национальный парк Беловежская Пуца или озеро Нарочь.

Макроэкосистема – крупные экосистемы, представленные крупным сухопутным сообществом (биомом) материка или экосистемой моря, океана. Крупные сочетания экосистем биомы представляют собой природную зону или область с определенными климатическими условиями и существующим набором доминирующих видов растений и животных, составляющих географическое единство. Выделяют 9 основных типов биомов: 1) тундра, 2) тайга, 3) леса умеренной зоны, 4) степи умеренной зоны, 5) растительность средиземноморского типа, 6) пустыни, 7) тропические саванны и лугопастбищные земли, 8) тропическое редколесье, 9) тропические леса.

Глобальная экосистема – самая большая и единственная экосистема всей нашей планеты, состоящая из сочетания всех живых организмов Земли и среды их обитания. Глобальная экосистема Земли называется биосфера.

8.3 Границы биосферы, ее состав и основные функции

Биосфера (от греч. *bios* – жизнь и *sfere* – сфера, шар) – «сфера жизни». Современное учение о биосфере создано русским ученым В.И. Вернадским (1863–1945).

Современная биосфера представляет собой наружную оболочку Земли, которая включает все живые организмы и все элементы неживой природы, образующие среду обитания живых.

Состав биосферы включает:

– живое вещество – совокупность организмов на планете (растительный и животный мир, микроорганизмы);

– биогенное вещество – совокупность веществ, возникших в результате жизнедеятельности организмов (торф, нефть, мел, природный газ и др.);

– косное вещество – совокупность веществ, в образовании которых живые организмы не участвуют, т.е. горные породы магматического, неорганического происхождения, вода;

– биокосное вещество – продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почва, природные воды).

Помимо основных категорий, выделяют радиоактивное вещество, вещество космического происхождения и рассеянные атомы (создаются из веществ земного происхождения под влиянием космических лучей).

Учитывая строение биосферы, концентрация веществ неравномерна на разных участках земной поверхности.

Важнейшими функциями биосферы являются энергетическая, газовая, окислительно-восстановительная, концентрационная.

Энергетическая функция заключается в накоплении и преобразовании растениями энергии Солнца и передаче ее по пищевым цепям. При этом энергия постепенно рассеивается, но часть ее вместе с остатками организмов переходит в ископаемое состояние, «консервируется» в земной коре, образуя запасы нефти, угля и др.

Газовая функция принадлежит зеленым растениям, которые в процессе фотосинтеза поглощают углекислый газ и выделяют в атмосферу кислород. В то же время, большинство живых организмов (и растения в том числе) в процессе дыхания используют кислород, выделяя в атмосферу углекислый газ. Таким образом, участвуя в обменных процессах, живое вещество поддерживает на определенном уровне газовый состав атмосферы.

Окислительно–восстановительная функция связана с энергетической. Существуют микроорганизмы, которые в процессе жизнедеятельности окисляют или восстанавливают различные соединения, получая при этом энергию для жизненных процессов, что важно для образования многих полезных ископаемых. Например, деятельность железобактерий по окислению железа привела к образованию железной руды.

Концентрационная функция заключается в способности живых организмов накапливать различные химические элементы. Осуществление данной функции способствовало образованию залежей известняка.

Противоположная по результатам рассеивающая функция проявляется через питательную и транспортную деятельность организмов.

Деструктивная функция состоит в разрушении организмами и продуктами их жизнедеятельности, в том числе после их смерти, как мертвого органического вещества, так и косных веществ.

Транспортная функция выражается в переносе вещества в результате активной формы движения.

Средообразующая функция является результатом совместного действия других функций и состоит в преобразовании физико–химических параметров среды в условия, благоприятные для существования живых организмов.

Средорегулирующая функция – исключительно точной биотической регуляцией окружающей среды. Она задается высокой степенью замкнутости биотического круговорота – равенством скоростей синтеза и распада органических веществ.

Информационная функция – накопление живыми организмами определенной информации, закрепление ее в наследственных структурах и передача последующим поколениям.

Границы биосферы обусловлены существованием в ней живого вещества. Биосфера как область жизни включает: нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Верхней границей биосферы или верхним пределом жизни в атмосфере является озоновый экран с наибольшей плотностью озона (концентрацией молекул) на высоте 20 – 26 километров, хотя потоками воздуха микроорганизмы могут заноситься выше 26 километров. Озоновый экран является физическим пределом распространения жизни в атмосфере, дальнейшее распространение микроорганизмов ограничивается ультрафиолетовым излучением солнца, убивающем все живое.

Нижняя граница биосферы в литосфере ограничивается изотермой 100 °С (критическая температура для развития большинства бактерий) и находится на глубине 3 – 4 километра, хотя колонии бактерий были найдены на глубине 8 – 10 километров при бурении скважины в Тюменской области и на Кольском полуострове. Ограничивающим фактором для проникновения живых организмов вглубь литосферы, по данным некоторых ученых, является не кислород, и не температура (в кратерах подводных вулканов найдены организмы, обитающие при температуре до +300 °С), а соленость раствора, которая с глубиной достигает 350 грамм соли на 1 литр воды.

В гидросфере жизнь проникает на всю ее глубину, вплоть до ее наибольших глубин – Марианская впадина (11022 м) и на 1 – 2 километра ниже дна океана (донные отложения).

Общая протяженность биосферы по вертикале оценивается в 35 – 40 километров. Сфера случайного попадания живых организмов и осадочных биогенных пород охватывает толщину около 50 километров. При этом обозначенные границы являются в высшей степени условными и завышенными. Реальные границы распространения живого вещества являются более суженными.

Вверх от поверхности Земли жизнь с активным обменом веществ идет от изотермы 0 °С или чуть более низкой температуры преимущественно до 6 километров по вертикали. Таким образом, слой активной жизни на суше занимает толщину максимум в 12 километров, а в пределах океана – 17 километров по вертикали.

8.4 Классификация экологических факторов

Элементы окружающей среды, способные оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на одном из этапов его жизненного цикла, либо любое условие среды, которое вызывает у организма приспособительные реакции (или адаптации), являются по отношению к организму экологическими факторами (свет, теплота, вода, воздух, окружающие организмы).

В зависимости от изменения параметров различают факторы: стабильные, неизменяющиеся в течение длительного времени (рельеф, сила тяготения, соленость морской воды); изменяющиеся, параметры которых варьируются. При этом они могут быть регулярно–периодическими (связаны с изменением времени года, времени суток, отливами и приливами); нерегулярными (извержения вулканов, землетрясения); направленными в течение длительного времени (вековые колебания климата). В зависимости от характера воздействия на организмы факторы делятся на: прямые, непосредственно влияющие на организм, и косвенные, воздействующие через влияние других факторов.

По происхождению экологические факторы классифицируются на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы (от греч. «а» – отрицание, «биос» – жизнь) – это компоненты и явления неживой, неорганической природы, воздействующие на живые организмы. К абиотическим факторам относятся:

- космические (солнечная активность и геомагнитные бури);
- химические (газовый состав воздуха, солевой состав воды);
- климатические (свет, температура, влажность, давление атмосферы);
- эдафические («эдафос» – почва) или почвенно–грунтовые (механический и химический состав почв, их физические свойства: влагоемкость, воздухопроницаемость, кислотность почв, снежный покров, растения и организмы, обитающие в почве);
- гидрографические (вода со всеми ее физическими и химическими свойствами (плотность, соленость, ледовый покров, приливы, отливы, течение, волновые движения и др.));
- топографические или орографические факторы – совокупность форм рельефа по их внешним признакам: равнины, возвышенности, горные системы, высота элементов рельефа над уровнем моря, крутизна склонов;
- геологические факторы (землетрясения, извержения вулканов, движение ледников и др.).

Биотические факторы – совокупность влияний жизнедеятельности одних живых организмов на жизнедеятельность других организмов, а также на неживую среду обитания.

В зависимости от вида воздействующего организма их разделяют на две группы: внутривидовые и межвидовые экологические факторы.

Внутривидовые факторы – это влияние на организм особей этого же вида (зайца на зайца, сосны на сосну и т. д.). Демографический фактор – это

численность видов, плодовитость, продолжительность жизни, плотность; этологический фактор (от греч. *ethos* – нрав, характер) – это поведение организмов, способное оказывать влияние на другие биотические факторы. К нему относится групповой эффект, который выражается в объединении нескольких особей с целью приспособления к окружающей среде.

Межвидовые факторы – это влияние на организм особей других видов (волка на зайца, сосны на берёзу и т. д.) Группа этих факторов включает взаимоотношения между видами, которые сводятся к следующим типам: симбиоз, мутуализм, комменсализм, паразитизм, аменсализм, антибиоз, конкуренция, хищничество и нейтрализм.

Симбиоз (от греч. *symbiosis* – сожительство) характеризует различные формы совместного существования организмов разных видов. Выделяют следующие типы симбиозов: мутуализм, комменсализм, паразитизм.

Мутуализм (от лат. *mutuus* – взаимный) – когда каждый из сожителей получает относительно равную пользу, при этом они не могут существовать друг без друга (симбиоз муравьёв с тлями).

Комменсализм (от лат. *mensa* – трапеза) – взаимоотношения двух видов, когда один питается за счет другого, не нанося ему никакого вреда.

Паразитизм – форма взаимоотношений, при которой один организм использует другой в качестве среды обитания или источника пищи.

Аменсализм – форма взаимоотношений между организмами разных видов, полезная для одного вида, но вредная для другого, при этом в совместной среде один вид подавляет существование другого вида, не испытывая противодействия.

Антибиоз – когда организм выделяет какие-либо токсические вещества, действующие на другие организмы, но не оказывает вредного действия на данный организм.

Конкуренция – использование ресурса (пищи, воды, света, пространства) каким-либо организмом, который тем самым уменьшает доступность этого ресурса для других организмов.

Хищничество – форма взаимоотношений между организмами разных видов, из которых один организм поедает свою жертву.

Нейтрализм имеет место, когда совместно обитающие организмы разных видов не оказывают друг на друга никакого влияния.

Антропогенные факторы – деятельность человека, которая приводит к изменению природы, как среды обитания всех живых организмов или непосредственно сказывается на их жизни.

При этом различают воздействие человека как биологического организма (потребление пищи, дыхание, выделение и т.д.) и его хозяйственную деятельность (сельское хозяйство, промышленность, энергетика, транспорт, бытовая деятельность и т. д.). Факторы, связанные с хозяйственной деятельностью человека, называются техногенными.

В зависимости от характера воздействий антропогенные факторы делят на две группы:

– факторы прямого влияния – это непосредственное (прямое) воздействие человека на организм (скашивание травы, вырубка леса, отстрел животных, отлов рыбы и т. д.);

– факторы косвенного влияния – это опосредованное (косвенное) воздействие на организм (загрязнение окружающей среды, разрушение местообитаний, беспокойство и т. д.).

В зависимости от последствий воздействия антропогенные факторы делят на следующие группы:

– положительные факторы – факторы, которые улучшают жизнь организмов или увеличивают их численность (разведение и охрана животных, посадка и подкормка растений, охрана окружающей среды и т. д.);

– отрицательные факторы – факторы, которые ухудшают жизнь организмов или снижают их численность (вырубка деревьев, отстрел животных, разрушение местообитаний и т. д.).

Опасные экологические факторы: токсиканты в окружающей среде.

Токсиканты – это загрязняющие вещества, которые распространяются в окружающей среде далеко за пределы своего первоначального местонахождения и оказывают скрытое вредное воздействие на животных, растения и впоследствии на человека. Одним из наиболее важнейших воздействия на окружающую среду оказывает химическое загрязнение. Химическое загрязнение – загрязнение окружающей среды, формирующееся в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду химических веществ, не свойственных ей. Среди таких химических веществ особое место занимают тяжелые металлы. Активность металлов как ядов зависит от формы, в которой они попадают в организм.

Все тяжелые металлы можно подразделить на три группы:

– высокотоксичные (уран, индий, кадмий, медь, таллий, мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, бериллий, цинк);

– умеренно токсичные металлы (кобальт, хром, медь, молибден, никель);

– малотоксичные металлы (алюминий, железо, германий, кальций, ванадий, барий, вольфрам, марганец).

Мышьяк(As). В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения, а также из зон окисления пород полиметаллического, медно–кобальтового и вольфрамового типов. Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для живого организма: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

Ртуть (Hg). В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений, в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Соединения ртути поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательных функций, изменения в крови и др.

Свинец(Pb). Свинец – промышленный яд, способный при неблагоприятных условиях оказаться причиной отравления. В организм человека проникает главным образом через органы дыхания и пищеварения.

Цинк (Zn). Попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами фабрик и предприятий. Повышенные концентрации цинка вызывают тошноту, рвоту, дыхательную недостаточность, фиброз легких.

Большинство настоящих токсикантов – это ядовитые вещества, которые сам человек неосмотрительно включает в круговорот природы. Значительную часть токсикантов составляют пестициды. Пестициды – это химические ядовитые вещества разного типа, используемые для уничтожения различных вредителей. Практически все пестициды накапливаются в организмах, в том числе и человека в опасных для здоровья дозах.

Близкими к понятию токсикантов являются биоциды – это биологически активные вещества, поступающие из промышленных сточных вод в естественные экосистемы. Объекты осуществления биоцидов, в отличие от настоящих токсикантов могут быть нестойкими, быстро разрушающимися в окружающей среде.

8.5 Природные ресурсы и их классификации (экологическая, экономическая и рыночная)

Природная среда служит естественной базой хозяйственной деятельности людей. Вся производственная деятельность человека может быть представлена как процесс преобразования природы в формы, приемлемые для использования. С точки зрения потребностей общества все тела и силы природы могут быть подразделены на две группы: непосредственно участвующие в материальном производстве и сфере нематериальных услуг и все остальные.

Естественные ресурсы – это тела и силы природы, которые при могут быть использованы в качестве предметов потребления и могут классифицироваться по их происхождению, принадлежности к определенным компонентам природы. Это природная или естественная классификация, по которой выделяются следующие основные группы естественных ресурсов: водные, воздушные, почвенные, ресурсы животного мира, растительные, ископаемые, климатические, энергия Солнца и т.п.

Естественная экономическая классификация, согласно которой естественные группы природных ресурсов подразделяются на: используемые в материальном производстве (промышленности, сельском хозяйстве); используемые в непроизводственной сфере.

Каждая группа может быть разделена на более мелкие классификационные единицы.

Поскольку главное назначение ресурсов – удовлетворение потребностей человеческого общества, большое значение имеет их хозяйственная

(экономическая) классификация. В ее основе заложено преимущественное использование ресурсов в различных подразделениях народного хозяйства. По этим признакам выделяют две группы – ресурсы материального производства и ресурсы сферы услуг.

Ресурсы материального производства включают:

- промышленные: топливные, энергетические, металлические руды, агрохимические, водные, лесосырьевые и др.;
- сельскохозяйственные: земельные, воды для орошения, климатические ресурсы;
- строительные: минеральные строительные материалы, вода, древесина и др.;

Ресурсы сферы услуг подразделяются на следующие группы:

- прямого потребления (питьевая вода, дикорастущие растения, промысловые животные);
- косвенного использования (климатические ресурсы для отдыха и лечения, водоемы и леса для рекреационных и спортивных целей, эстетические ресурсы ландшафта).

Хозяйственная (экономическая) классификация природных ресурсов включает также классификацию по возможности их одноцелевого или многоцелевого использования.

К ресурсам одноцелевого использования относятся минерально-сырьевые и топливно-энергетические, служащие для получения конкретных видов промышленного сырья, топливо, тепловой и электрической энергии.

К ресурсам многоцелевого использования относятся земельные, лесные, водные ресурсы, направления и способы применения которых разнообразны. С развитием научно-технического производства расширяется многоцелевое комплексное использование природных ресурсов.

В условиях формирования рыночных отношений практический интерес представляет классификация природных ресурсов как предметов торговли — рыночная классификация, в соответствии с которой выделяют следующие группы:

- ресурсы стратегического назначения, торговля которыми должна быть строго ограничена, поскольку может привести к подрыву безопасности государства (например, урановые руды и другие радиоактивные природные компоненты);
- ресурсы экспортного значения, обеспечивающие основной приток валютных поступлений (нефть, природный газ, золото, алмазы в России, лес, калийные соли в Беларуси и т.п.);
- ресурсы внутреннего рынка, имеющие, как правило, повсеместное распространение (например, минеральное строительное сырье и др.).

Использование различных классификаций позволяет выявить закономерности формирования группировок ресурсов, их генетические особенности, возможности хозяйственного использования, а также сделать выводы о степени изученности природно-ресурсного потенциала, направлениях его рационального использования и охраны.

Классификация природных ресурсов — это разделение совокупности предметов, объектов и явлений природной среды на группы по функционально значимым признакам.

Природная классификация – классификация природных ресурсов по природным группам. Существует много классификаций природных ресурсов, основанных на различных целевых подходах к их эксплуатации.

Ресурсы классифицируют:

- с точки зрения их доступности (реальные и потенциальные)
- происхождения (природные, антропогенные)
- химической природы (органические, минеральные)
- по принадлежности к тем или иным компонентам природы (земельные, водные, ископаемые, растительные, в том числе лесные)
- по назначению (производственные, научные, эстетические, рекреационные)
- по сфере использования (энергетические, сырьевые, пищевые).

Ресурсы делят также на первичные (непосредственно добываемые в природе) и вторичные материальные (поддающиеся утилизации побочные продукты различных отраслей).

Классификация природных ресурсов по их исчерпаемости, согласно которой все природные ресурсы делятся на неисчерпаемые и исчерпаемые. Неисчерпаемые ресурсы (следует понимать как относительно исчерпаемые, поскольку в природе неисчерпаемой является только материя, переходящая из одних форм в другие) делят на две группы: безусловно и условно неисчерпаемые. К первой группе относятся солнечные и космические излучения, энергия ветра, гравитационная энергия, тепло земных недр и др., ко второй – ресурсы, которые не исчерпываются, но могут изменять свои свойства при использовании: природные воды, воздух и др. Исчерпаемые природные ресурсы (которые тратятся или разрушаются в процессе использования) также состоят из двух групп: исчерпаемых восстанавливаемых (возобновимых) и исчерпаемых невозстанавливаемых (невозобновимых). К группе исчерпаемых невозобновимых относится большинство полезных ископаемых – нефть, уголь, торф и др, сюда же относятся природные ландшафты. К группе исчерпаемых возобновимых ресурсов принадлежат биологические ресурсы – растительность и животный мир, если их представители не уничтожены или не доведены до критического количества. Биологические ресурсы способны в короткий исторический период восстановиться качественно и количественно, если уничтожение их прекратится или ослабеет. К этой группе принадлежат почвы, которые утратили плодородие, но сохранили физические, некоторые минеральные и горные породы.

Поскольку главное назначение природных ресурсов – удовлетворение потребностей человеческого общества, большое значение имеет их хозяйственная классификация с точки зрения возможностей хозяйственного использования:

- по техническим возможностям эксплуатации выделяют природные ресурсы: реальные – используемые при данном уровне развития производительных сил; потенциальные – установленные на основе теоретических расчетов и предварительных работ и включающие помимо точно установленных технически доступных запасов еще и ту часть, которую в настоящее время нельзя освоить по техническим возможностям.

- по экономической целесообразности замены различают ресурсы заменимые и незаменимые. Например, к заменимым относят топливно-энергетические ресурсы (они могут быть заменены другими источниками энергии). К незаменимым принадлежат ресурсы атмосферного воздуха, пресные воды и пр.

Большую роль в развитии экономики играет степень изученности природных ресурсов: строение почвы, количество и структура полезных ископаемых, запасы древесины и ее ежегодный прирост и др. Среди природных ресурсов особую роль в жизни общества играет минеральное сырье, а степень обеспеченности природными ресурсами отражает экономический уровень государства. В зависимости от геологической изученности минеральные сырьевые ресурсы подразделяются на следующие категории:

А – запасы, разведанные и изученные с предельной детальностью, точными границами залегания, и которые могут быть переданы в эксплуатацию.

В – запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выявление основных условий залегания, без точного отображения пространственного положения месторождения.

С1 – запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выяснение в общих чертах условий залегания.

С2 – запасы, разведанные, изученные и оцененные предварительно по единичным пробам и образцам.

Использование различных классификаций позволяет выявить закономерности формирования группировок ресурсов, их генетические особенности, возможности хозяйственного использования, а также сделать выводы о степени изученности природно-ресурсного потенциала, направлениях его рационального использования и охраны.

8.6 Критерии качества окружающей среды. Предельно допустимая концентрация вещества (ПДК)

В соответствии с Законом Республика Беларусь «Об охране окружающей среды» в целях государственного регулирования воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности осуществляется ее нормирование, гарантирующее сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении следующих нормативов:

- нормативов качества окружающей среды;
- нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;
- иных нормативов в области охраны окружающей среды.

Исходя из названных нормативов, вводятся лимиты на природопользование, которые представляют собой установленные природопользователям на определенный период времени объемы предельного использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов и иных видов вредного воздействия на окружающую среду.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются на уровне, обеспечивающем экологическую безопасность; к ним относятся:

- нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ;
- нормативы предельно допустимых физических воздействий;
- нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;
- иные нормативы качества окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды устанавливают предельные величины вредных химических, физических, биологических воздействий на окружающую среду; служат для оценки состояния качества различных природных сред (атмосферного воздуха, вод, почв), нормирования допустимого воздействия на окружающую среду и являются едиными для территории Республики Беларусь. В целях сохранения особо охраняемых природных территорий, курортных и рекреационных зон, а также типичных и редких природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение, для этих природных объектов могут устанавливаться более жесткие, чем действующие на остальных территориях, нормативы качества окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды утверждаются и вводятся в действие Министерством здравоохранения по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и иными государственными органами в соответствии с законодательством. Нормативы качества окружающей среды, как правило, закреплены в санитарных правилах и нормах.

В зависимости от степени возможного возникновения неблагоприятных эффектов воздействия на организм человека осуществляется градация химических веществ на классы опасности.

К 1-му классу опасности относятся чрезвычайно опасные вещества, к 2-му – высоко опасные вещества; к 3-му – умеренно опасные вещества; к 4-му – малоопасные вещества.

Основным нормированным показателем количества вредных веществ, допустимых с точки зрения безопасности человека, является предельно допустимая концентрация химических веществ (ПДК).

Предельно допустимая концентрация химических веществ (ПДК) – это максимальное количество химических веществ в единице объема или веса,

ещё не оказывающее вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и будущих поколений.

ПДК химических веществ в различных природных средах устанавливается экспериментальным путем.

В случае если величина ПДК не установлена экспериментально, действуют временные нормативы (определенные с помощью расчетов):

- ориентировочно безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества (ОБУВ);
- ориентировочный безопасный уровень воздействия вредного вещества в воде рыбохозяйственного водного объекта (ОБУВ);
- ориентировочный допустимый уровень воздействия химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ОДУ);
- ориентировочно допустимая концентрация химического вещества в почве (ОДК).

Временные нормативы устанавливаются для атмосферного воздуха на два года, а для воды и почв – на три. После чего они должны пересматриваться или заменяться экспериментально обоснованными ПДК.

Списки ПДК и временных нормативов составляются, утверждаются, регулярно дополняются и уточняются Министерством здравоохранения.

Применительно к объекту исследования различают следующие виды ПДК:

в воздухе:

ПДК м.р. – предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 минут не должна вызвать рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК с.с. – предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе населенных мест, не оказывающая на человека прямого или количественного вредного воздействия при неограниченном продолжительном вдыхании (мг/м³).

В воздухе производственных помещений устанавливаются ПДК химических веществ и микроорганизмов для рабочей зоны.

ПДК р.з. – предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³. Рабочая зона – это пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

В водной среде:

ПДК в. – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, не оказывающая прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений, и не ухудшающая гигиенические условия водопользования (мг/дм³);

ПДК р. – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/дм³.

В почве:

ПДК п. – это предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна оказывать прямого и косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы;

ПДК пр. (ДОК) — предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вещества в продуктах питания, мг/кг.

Нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов устанавливаются в соответствии с показателями предельно допустимого содержания микроорганизмов в окружающей среде, несоблюдение которых может привести к вредному воздействию на жизнь и здоровье людей.

Нормативы предельно допустимых физических воздействий (ПДУ) — это максимально допустимые величины количества тепла; уровней шума, вибрации, ионизирующего излучения; напряженности электромагнитных полей и иных, несоблюдение которых может привести к вредному воздействию на окружающую среду. Их граничные значения должны обеспечивать сохранение здоровья и трудоспособности людей, охрану растительного и животного мира, благоприятную для жизни окружающую природную среду.

Исходя из системы ПДК, разрабатываются нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, которые определяют предельные размеры вредных воздействий на нее, устанавливаемые для отдельных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (природопользователей), оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

К нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся:

нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ;

нормативы образования отходов производства;

нормативы допустимых физических воздействий;

нормативы допустимого изъятия природных ресурсов;

нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;

нормативы иного допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, устанавливаемые законодательством.

При определении нормативов допустимого воздействия на окружающую среду важно соблюдение принципа их взаимообусловленности с нормативами качества окружающей среды.

Для каждого субъекта нормативы допустимого воздействия на окружающую среду устанавливаются с учетом всех источников влияния на нее на данной территории на уровне, при котором суммарные нормативы допустимого воздействия на окружающую среду от всех субъектов с учетом перспектив их развития не приведут к превышению нормативов качества окружающей среды.

Нормативы допустимых выбросов нормируют для каждого источника загрязнения атмосферы, исходя из условия, что производимые им выбросы вредных веществ в совокупности с выбросами других источников и с учетом рассеивания этих веществ в атмосфере не создадут приземных концентраций, превышающих ПДК.

Предельная масса выброса, исчисляемая в тоннах в год (т/год), определяется исходя из планируемой загрузки технологического оборудования; производственных мощностей; программ в области охраны атмосферного воздуха; программ модернизации технологического оборудования на период действия допустимых нормативов выбросов.

Допустимый сброс загрязняющих веществ в окружающую среду – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе. (Под контрольным створом понимается поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды.) При установлении допустимого сброса учитываются: недопустимость превышения ПДК загрязняющих веществ в установленном контрольном створе или на участке водного объекта с учетом его целевого использования; ассимилирующая способность водоема, т.е. способность принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования; оптимальное распределение массы сбрасываемых веществ между водопользователями.

Нормативы образования отходов производства – предельно допустимое количество отходов, образуемое при переработке единицы сырья, производстве единицы продукции или энергии, а также при выполнении работы, оказании услуги. Данные нормативы разрабатываются производителем отходов производства, которые подлежат захоронению на предназначенных для этих целей объектах. Основанием служат сведения, полученные при инвентаризации отходов производства, а также технологические регламенты показателей образования отходов производства, установленные для некоторых технологических процессов. Нормативы согласовываются с городскими и районными инспекциями природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Нормативы допустимых физических воздействий устанавливаются для каждого источника такого воздействия исходя из нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий.

Нормативы допустимого изъятия природных ресурсов определяются в соответствии с ограничениями объема изъятия ресурсов в целях сохранения природных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации, сохранения биологического разнообразия.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду разрабатываются для субъектов, осуществляющих хозяйственную и иную

деятельность в пределах конкретных территорий, в целях регулирования совокупного воздействия всех стационарных и передвижных источников воздействия на окружающую среду. Нормативы устанавливаются как по каждому виду воздействия, так и по совокупному влиянию всех источников.

8.7 Основные составляющие биосферы и их загрязнители

Атмосфера, ее состав, строение и функции.

Атмосфера – газообразная оболочка планеты, с протяженностью примерно 1500–2000 км. Наличие атмосферы – одно из условий существования жизни на Земле.

Атмосфера выполняет следующие функции:

- обеспечивает организмов жизненно необходимыми газовыми компонентами;
- защищает Землю от различного вида излучений;
- формирует климат;
- является средой распространения звука;
- защищает Землю от перегрева и переохлаждения;
- обеспечивает круговорот веществ;
- обеспечивает процессы производственной деятельности газовыми компонентами (азот, кислород, водород, инертные газы);
- является формирующим фактором литосферы (выветривание).

Физическое состояние атмосферы определяет погоду и климат. Основными параметрами атмосферы являются: плотность воздуха, давление, температура и состав. С увеличением высоты плотность воздуха и атмосферное давление уменьшаются. Температура атмосферы меняется также в зависимости от изменения высоты разнонаправленно.

Вертикальное строение атмосферы характеризуется различными температурными и электрическими свойствами, разным состоянием воздуха. В зависимости от температуры в атмосфере различают следующие основные слои: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, экзосферу (сферу рассеивания). Переходные области атмосферы между соседними оболочками называют соответственно тропопауза, стратопауза и т. п.

Изменение физических и химических свойств атмосферы отрицательно сказывается на здоровье людей и состоянии окружающей среды.

Гидросфера простирается от верхней границы распространения воды в атмосфере до нижней границы залегания подземных вод в литосфере. Гидросферу принято делить на Мировой океан, континентальные поверхностные воды и ледники, а также подземные воды. Также в гидросферу входят водяной пар атмосферы, почвенная влага и вода, содержащаяся в живых организмах.

Жизнь на Земле в основном обязана пресной воде (2,5 % от общего количества воды). Растения содержат 90% массы воды. Человеческое тело на 2/3 состоит из воды, благодаря которой идет транспорт всех веществ в

организме человека. Для жизни человека опасна потеря 15 % запаса воды, имеющегося в организме. За год человек потребляет около 1 т воды.

Подавляющая часть запасов пресной воды труднодоступна, 90 % ее заключено в ледниковых покровах или находится на различной глубине земной коры (до 200 м). Наиболее ценная часть водных ресурсов заключена в реках, являющихся источниками водоснабжения населения и промышленности, источниками энергии, базой рыболовства и оросительных систем. Солнечная энергия приводит воду в постоянный круговорот, благодаря чему вода в реках обновляется за 10-12 суток.

Однако антропогенный фактор вносит свои «поправки» как в режимы обновления воды, так и в постоянное изменение качества воды. Эти «поправки» сводятся к транспортировке отходов, когда большая часть использованной речной воды возвращается в виде сточных вод. Самые современные методы очистки воды, включая биологические, не в состоянии освободить воду от растворенных неорганических веществ и 10 % органических загрязняющих веществ. Такая «очищенная» вода может вновь стать пригодной при не менее чем десятикратном разбавлении ее речной водой. Если сточные воды не очищены, то для экологически приемлемой нормы требуется 50-ти и более кратное разбавление.

Главным потребителем воды является сельское хозяйство, использующее примерно 75 % всей пресной воды. Из отраслей промышленности наиболее водопотребляющие: энергетическая, металлургическая, химическая, пищевая, целлюлознобумажная.

Литосфера – это верхний, твердый слой Земли, который включает в себя кору и верхнюю часть мантии. Она состоит из различных горных пород и минералов и играет ключевую роль в геологических процессах, таких как тектоника плит, вулканизм и образование горных систем. Литосфера имеет толщину от нескольких километров (в океанической коре) до 70 километров (в континентальной коре) и является основой для формирования почвы, экосистем и человеческой деятельности.

Общая площадь литосферы на Земле составляет 29,2 % от общей поверхности планеты, причем только часть всей литосферы составляют пахотные земли (10-12% от общей площади земель), остальное занимают: льды, безводные пустыни, редколесье, саванны, сухие степи, болота, застроенные земли.

Основные загрязнители атмосферы, гидросферы, литосферы.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух, нахождение и (или) возникновения в нём в результате вредного воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ, свойства, место положения или количества которых приводит к отрицательным изменениям качества атмосферного воздуха, в том числе превышению нормативов в области охраны атмосферного воздуха.

Основными источниками загрязнения гидросферы являются недостаточное очищение сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, утечки нефти, автотранспорт, крупные животноводческие

комплексы, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников; сбросы водного и железнодорожного транспорта; пестициды и т. д.

Загрязнение вод (водных объектов) – сброс или поступление иным способом в водные объекты, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов.

Последствия загрязнения:

- проблема пресной воды, органическое загрязнение водоёмов, ухудшение качества питьевой воды;
- гибель растений и животных;
- неконтролируемое развитие водорослей;
- гибель водных экосистем с непроточной водой;
- заболевание местности.

Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые проявляются в изменении химического состава воды, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов.

Типы, источники и последствия загрязнения водных ресурсов:

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.).

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим и неорганическим, токсичным и нетоксичным. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества собираются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок и т. д., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит.

Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др. Этот вид загрязнений носит временный характер.

Радиоактивное загрязнение весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (уран, цезий и др.).

Тепловое загрязнение – выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных электростанций.

Нефтяное загрязнение относится к числу наиболее опасных и распространенных загрязнений. В воды ежегодно попадает от 30 до 50 млн. тонн нефти, а каждая тонна её способна покрыть океан плёнкой до 12 км². Нефтяная плёнка является причиной изменения теплового баланса и глобальных тепло- и влагопереносов. Она изменяет состав спектра и интенсивность проникновения в воду света. Пропускание 60 – 70 % (400 нм). Пленка толщиной 30 – 40 мкм полностью поглощает инфракрасное излучение. Смешиваясь с водой, нефть образует эмульсию двух типов:

прямую – «нефть в воде» и обратную – «вода в нефти». Прямые эмульсии, составленные капельками нефти диаметром до 0,5 мкм, менее устойчивы и характерны для нефтей, содержащих поверхностно-активные вещества. При удалении летучих фракций, нефть образует вязкие обратные эмульсии, которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течением, выбрасываться на берег и оседать на дно.

Содержание нефти даже в количестве 0,05 мг/л делает воду непригодной для питья, а при концентрации 0,5 мг/л погибают многие виды организмов.

Сброс отходов в море с целью захоронения (дампинг). Многие страны, имеющие выход к морю, производят морское захоронение различных материалов и веществ, в частности грунта, вынутого при дноуглубительных работах, бурового шлака, отходов промышленности, строительного мусора и др.

Основанием для дампинга в море служит возможность морской среды к переработке большого количества органических и неорганических веществ без особого ущерба. Однако эта способность не беспредельна.

Во время сброса при прохождении толщи воды, часть загрязняющих веществ переходит в раствор, изменяя качество воды, другая сорбируется частицами взвеси и переходит в донные отложения.

Загрязнение литосферы. Основными источниками загрязнения литосферы являются отходы промышленности и сельского хозяйства, избыточное использование удобрений.

Поверхность земли испытывает самую значительную по массе и очень опасную антропогенную нагрузку. Если в атмосферу выбрасывается менее 1 млрд т вредных веществ (без CO_2), а в гидросферу – около 15 млрд т загрязнителей, то на землю попадает ежегодно примерно 90 млрд т техногенных отходов. По некоторым оценкам, их общая масса в техносфере к концу 90-х годов XX века превысила 4000 млрд т, что уже сопоставимо с массой живого вещества биосферы. Если даже преобладающая часть этой массы химически инертна, то все равно она вытесняет природные экосистемы на значительной площади.

Каждой тонне мусора на стадии потребления соответствует от 5 до 10 т отходов на стадии производства и 50-100 т при получении сырья. На каждого жителя Земли приходится в среднем за год 0,2 т отходов потребления, 1,5 т всех продуктов производства («отложенных» отходов) и около 14 т отходов переработки сырья.

Отходы подразделяются на отходы производства и отходы потребления. Отходы производства – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, химических соединений, образовавшиеся при производстве продукции или выполнения работ и полностью или частично утратившие исходные потребительские свойства.

В отдельную категорию следует выделить, получаемые в виде шламов, которые нельзя причислить ни к жидким, ни к твердым отходам. Шламы представляют собой аморфные или мелкокристаллические массы, содержащие от 20 до 80 % воды по массе и плохо подающиеся

транспортированию без предварительной обработки (сушка, вымораживание и т.д.). К ним относятся смолы, кислые или вязкие гудроны, остаточные нефтепродукты, получаемые при органическом синтезе.

Отходы потребления – изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа, восстановление которых экономически нецелесообразно. Например, изношенные или морально устаревшие машины, изделия производственного назначения (отходы производственного потребления), а также пришедшие в негодность или устаревшие изделия домашнего обихода и личного потребления (отходы бытового потребления).

Все виды отходов производства и потребления по возможности использования можно разделить на вторичные материальные ресурсы, пригодные для переработки, и на неизбежные безвозвратные потери (отбросы).

Отходы классифицируют по токсичности. Токсичные (опасные) отходы – отходы, содержащие или загрязненные материалами такого рода, в таких количествах или в таких концентрациях, что они представляют потенциальную опасность для здоровья человека или окружающей среды.

Промышленные отходы по степени опасности подразделяются на четыре класса опасности: первый – чрезвычайно опасные; второй – высокоопасные; третий – умеренно опасные; четвертый – малоопасные.

Отходы можно подразделить на металлические и неметаллические, а также комбинированные. К неметаллическим отходам относят химические инертные (отвалы пустой породы, золы и т.д.) и химически активные (отходы пластмассы, резины и т.д.). К комбинированным отходам относятся промышленный и строительный мусор.

В общем объеме твердых отходов большая доля принадлежит металлическим, которые складываются из лома (40 – 45 %) и отходов (55 – 60 %).

Загрязнение почв – это увеличение концентраций содержащихся в почве веществ выше предельно допустимого уровня, а также появление в почвах любых количеств несвойственных им веществ, признанных вредными. Различают шесть степеней загрязнения почв (0 – 5) по признаку снижения их продуктивности и количеству производимой биомассы.

По видам загрязнений различают четыре класса веществ–загрязнителей: физические, химические, биологические и радиоактивные.

Среди всех типов вредных веществ–загрязнителей выделяют особо опасные для жизни человека, животных и растений. Среди особо опасных вредных веществ различают три класса опасности по степени их токсичности, персистентности (времени полного разложения), перспективности, миграции и влиянию на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

Вещества-загрязнители попадают в почву в виде сложных органических и неорганических соединений, где потом разлагаются до простых элементов или образуют новые соединения. В списки сложных вредных веществ,

загрязняющих почвы, внесено в мире более 10 тыс. наименований. Это связано с развитием науки и техники, и с медико-биологическими исследованиями токсичных, канцерогенных, патогенных и др. свойств известных и новых веществ.

Деградация почвы – постепенное ухудшение свойств почвы, вызванное изменением условий почвообразования в результате естественных причин (например, наступление лесов или сухой степи на черноземы) или хозяйственной деятельности человека (неправильная агротехника, загрязнение и т.д.) и сопровождающееся уменьшением содержания гумуса, разрушением почвенной структуры и снижением плодородия.

Неблагоприятными последствиями эксплуатации почвенного покрова являются:

- внесение тяжелых металлов, фосфатов и нитратов с минеральными удобрениями;
- накопление пестицидов;
- изменение кислотности почв;
- засоление почв;
- эрозия почв;
- заболачивание;
- уплотнение почв тяжелыми сельскохозяйственными механизмами.

8.8 Основные техногенные источники выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.) в атмосферу Земли. Суть «парникового эффекта». Прямое и опосредованное воздействие глобального потепления на здоровье людей

Последствиями загрязнений атмосферы являются экологические проблемы такие как: парниковый эффект, кислотные дожди, смоги, разрушение (истощение) озонового слоя.

Парниковый эффект – постепенное потепление климата на нашей планете в результате увеличения концентрации в атмосфере парниковых газов.

Вклад парниковых газов в потепление климата составил: диоксида углерода (CO₂) – 66 %, метана (CH₄) – 18 %, фреонов – 8 %, оксида азота (NO) – 3 % и остальных газов (бензапирен, формальдегид, сероуглерод) – 5 %.

Парниковый эффект атмосферы состоит в том, что атмосфера подобно стеклу в парниках (для выращивания растений) пропускает солнечное излучение (коротковолновое) к поверхности Земли, но препятствует длинноволновому (инфракрасному) тепловому излучению с земной поверхности, способствуя тем самым сохранению теплоты в атмосфере. Кроме того, при нагреве атмосферы увеличивается содержание водяного пара, что вследствие «парникового эффекта» также способствует дальнейшему повышению температуры воздуха.

Причины парникового эффекта:

- использование горючих полезных ископаемых в промышленности – угля, нефти, природного газа, при сжигании которых в атмосферу выделяется огромное количество углекислого газа и других вредных соединений;
- транспорт – легковые и грузовые автомобили выделяют выхлопные газы, которые также загрязняют воздух и усиливают парниковый эффект;
- вырубка лесов, которые поглощают углекислый газ и выделяют кислород, а с уничтожением каждого дерева на планете увеличивается количество CO_2 в воздухе;
- агрохимия и удобрения содержат различное количество соединений, в результате испарения которых выделяется азот – один из парниковых газов;
- разложение и горение мусора на полигонах способствуют увеличению парниковых газов.

К газам, создающим парниковый эффект, относится метан, содержание которого (в среднем около 1 % в год) связано как с природными факторами (болото), так и с антропогенными (потери при добыче, транспортировке по трубам, распределении в городах, а также сжигание биомасс, рисовые поля, крупный рогатый скот, угольная шахта).

Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере привело к тому, то по сравнению с доиндустриальный периодом (концом XIX столетия) средняя температура воздуха повысилась на $1,09^\circ\text{C}$.

При значительном повышении температуры воздуха (более $1,5 - 2,0^\circ\text{C}$) площадь снежно-ледяного покрова начнет интенсивно уменьшаться. Уже в середине нынешнего столетия эта площадь сократится примерно на 10 %, что уменьшило отражательную способность планеты, из-за чего и поднялась средняя температура земной поверхности.

Среди отрицательных последствий выделяется проблема повышения уровня Мирового океана, которая в настоящее время достигает примерно 25 см за 100 лет. Основные причины: таяние материковых и горных ледников, морских льдов и тепловое расширение вод океана. На Конгрессе в Киото (Япония, 1990 год) учёные пришли к выводу, что уровень воды в мировом океане поднимается со скоростью 0,8 мм в год или на 8 см за 100 лет. Это может привести к возникновению более сложных экологических и социально-экономических проблем: затопление приморских городов, усиление абразионных процессов, ухудшение водоснабжения приморских городов, деградация мангровой растительности и так далее. Подсчитано, что подъём уровня океана на 1 м вызовет затопление 20 % территории Бангладеш и сельхозугодий Египта, пострадают приморские города Китая. Подъём уровня Мирового океана может отрицательно повлиять на жизнь населения более 30 стран, располагающихся на морских побережьях. Поэтому по линии ЮНЕСКО действует Межправительственный комитет по предотвращению потепления климата и начала осуществляться Международная программа «Глобальная система наблюдений за уровнем океана» (ГЛОСС), которая поможет уменьшить негативные последствия повышения уровня.

Повышение температуры воздуха приводит к тому, что территория, которые мало увлажняются атмосферными осадками, становятся засушливыми и непригодными для жизни. Гибнут урожаи, что приводит к продовольственному кризису населения данной местности. Также животным не находится пропитания, поскольку из-за недостатка воды вымирают растения.

К положительным экологическим последствиям относится увеличение интенсивности фотосинтеза за счет повышения концентрации CO_2 и связанное с этим увеличением продуктивности лесных экосистем и культурных растений.

8.9 Основные причины уменьшения общего количества молекул озона в стратосфере. Техногенные источники химических соединений, разрушающих озоновый слой. Состояние озонового слоя на нынешнем этапе и последствия его разрушения для здоровья людей

Озоновый слой (озоносфера) – слой атмосферы в пределах стратосферы с повышенной концентрацией озона в 10 раз большей, чем у поверхности земли, лежащий на высотах 7 – 8 км на полюсах, 17 – 18 км на экваторе и до 50 км с наибольшей плотностью озона на высотах 20–25 км.

На больших высотах в результате интенсивного радиационного воздействия озон разрушается, а выше 80 км его практически нет.

Озон (трехатомный кислород O_3) образуется из молекулярного кислорода (O_2) путем присоединения к нему атомарного кислорода (O), который образуется под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца. Известно, что Солнце производит в одну секунду 5 – 6 т озона. Если сконцентрировать весь озон в условном сплошном слое (привести к нормальным условиям: 0,1 МПа (760 мм. рт. ст., 0°C), то его толщина не превысит 3 мм. Среднее время жизни молекул озона в атмосфере – около 50 суток.

Слой озона поглощает коротковолновое ультрафиолетовое излучение Солнца (в диапазоне 200 – 300 нм) и таким образом определяет температурный режим стратосферы и защищает от жесткого (короче 280 нм) ультрафиолетового излучения, губительного для всего живого на Земле. В связи с этим его называют озоновым экраном (щитом).

Значительное пространство в озоносфере планеты было зафиксировано впервые над Антарктидой и это явление получило название озоновой дыры. Имея большую массу, молекулы озона опускаются к поверхности Земли и разрушаются, так как неустойчивы при нормальном давлении. Озоновые дыры имеют тенденцию изменять свои размеры.

Установлено существенное влияние на разрушение озонового слоя различных факторов естественного и антропогенного происхождения (вулканические извержения, содержащие хлор; разложение минеральных удобрений, выделяющих оксиды азота; ядерные взрывы, при которых образуется большое количество оксидов азота; ежедневные полеты

реактивных и сверхзвуковых самолетов; уничтожение природного озона – вырубка миллионов гектаров лесов). Выбросы сверхзвуковых самолетов (оксиды азота) приводят к разрушению 10 % озонового слоя.

Наиболее сильное воздействие на озоновый экран оказывают хлорфторуглероды (фреоны), широко применяемые в качестве хладореагентов (холодильники, кондиционеры, рефрижераторы), пенообразователей и распылителей в аэрозольных упаковках. Фреоны – высоколетучие химически инертные у земной поверхности, негорючие, неядовитые вещества. Продолжительность пребывания фреонов в атмосфере составляет 50–200 лет. Фреоны, поднимаясь в верхнем слое атмосферы, подвергаются фотохимическому разложению с образованием оксида хлора, который при столкновении с молекулой озона выбивает из нее один атом. Озон при этом превращается в обычный кислород. Разрушителем озона также является бромистый метил, используемый в качестве дезинфицирующего вещества для почв, товаров и в качестве добавки к автомобильному топливу. Из бромистого метила высвобождается бром, который в 30 – 60 раз разрушительнее для озона, чем хлор.

Всего в мире производится около 1,4 млн тон озоноразрушающих веществ, при этом 1,5 кг фреонов на душу населения в западноевропейских странах, а в странах СНГ – менее 0,5 кг.

Рост интенсивности ультрафиолетового излучения может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, к гибели фитопланктона в океане, к нарушению глобального баланса диоксида углерода и кислорода и т. д.

8.10 Природные и антропогенные источники загрязнения тропосферы

По характеру загрязнителя загрязнение атмосферы бывает трех видов:

- биологическое – в основном загрязнение микробной природы. Например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности;

- физическое – механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное (радиоактивное излучение и изотопы), электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в том числе радиоволны), шумовое (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) и тепловое загрязнение (например, выбросы теплого воздуха);

- химическое – загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. На сегодняшний день основные химические загрязнители атмосферного воздуха это: оксид углерода (IV), оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, тяжёлые металлы, аммиак, атмосферная пыль и радиоактивные изотопы.

К природным источникам загрязнения относятся: извержения вулканов, пыльные бури, лесные пожары, пыль космического происхождения, частицы морской соли, продукты растительного, животного и микробиологического происхождения.

Антропогенные источники загрязнения обусловлены хозяйственной деятельностью человека. К ним следует отнести:

- сжигание горючих ископаемых, которое сопровождается выбросом до 36,4 млрд. т углекислого газа в год.
- работа тепловых электростанций, когда при сжигании высокосернистых углей в результате выделения сернистого газа и мазута образуются кислотные дожди;
- выхлопы современных турбореактивных самолетов с оксидами азота и газообразными фторуглеводородами из аэрозолей, которые могут привести к повреждению озонового слоя атмосферы;
- загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, карьеров при сжигании мусора);
- сжигание топлива в факельных печах, в результате чего образуется самый массовый загрязнитель - монооксид углерода;
- сжигание топлива в котлах и двигателях транспортных средств, сопровождающееся образованием оксидов азота, которые вызывают смог;
- вентиляционные выбросы с чрезмерной концентрацией озона из помещений с установками высоких энергий.

8.11 Основные глобальные экологические проблемы и состояние природной среды Беларуси

Экологическая проблема – это негативные с точки зрения человека изменения окружающей среды, обусловленные как антропогенными, так и природными факторами.

Экологические проблемы, связанные с нарушением отдельных компонентов природной среды, можно условно объединить в шесть групп:

1. Атмосферные (загрязнение атмосферы – физическое и химическое);
2. Водные (истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, морей и океанов);
3. Геолого-геоморфологические (развитие неблагоприятных геологических процессов, нарушение рельефа, истощение недр);
4. Почвенные (загрязнение, эрозия, засоление, заболачивание и т.д. почв);
5. Биотические (сведение растительности, вымирание видов живых организмов, снижение видового разнообразия и т.д.);
6. Комплексные (ландшафтные – опустынивание, обезлесивание, деградация ландшафтов).

По экологическим последствиям выделяют группы экологических проблем:

1. Антропоэкологические (связаны с изменениями условий жизни и здоровья населения);

2. Природно-ресурсные (связаны с истощением и утратой природных ресурсов);

3. Ландшафтно-генетические (связаны с нарушением целостности природных ландшафтов, утратой генофонда, потерей уникальных природных объектов).

По причине возникновения выделяют: природные, природно-антропогенные, антропогенные.

Экологические проблемы современности по своим масштабам условно могут быть разделены на локальные, региональные и глобальные и требуют для своего решения неодинаковых средств решения и различных по характеру научных разработок.

Глобальные экологические проблемы – проявления таких процессов, как изменение климата, истощение озонового слоя, снижение биоразнообразия, связанные с нарушением сложившегося баланса биосферы как единого целого.

Основными глобальными экологическими проблемами являются: изменение климата, радиоактивное загрязнение территории, загрязнение атмосферного воздуха городов, подземных и поверхностных вод, накопление отходов производства и потребления и т.д. Одной из основных проблем для Беларуси является изменение климата. Среднегодовая температура за последние 120 лет повысилась на 1°C. К середине XXI в. температура может увеличиться на 1°C, а к концу столетия – на 2°C. Некоторые экосистемы не успевают приспосабливаться к быстро изменяющимся климатическим погодным условиям. В результате отдельные виды животных и растений могут исчезнуть совсем, что, естественно, приведет к сокращению биологического разнообразия; крупномасштабное изменение климата, в конечном счете, может разрушить систему международной экологической безопасности. Если исходить из современных сценариев изменения климата, связанного с ростом «парниковых» газов и аэрозолей в атмосфере, то предположительный климат будущего в Беларуси будет сходен с современным климатом стран, расположенных южнее. С изменением климата тесно связаны проблемы энергетических ресурсов, особенно возобновляемых источников энергии. Установлено, что уменьшение скорости ветра на 15 - 20% за последние 20-25 лет снижает возможности использования ветроэнергии. Прогнозируемое потепление вызовет очередную негативную реакцию как водных экосистем в целом, так и отдельных их частей, что особенно скажется на поймах рек – наиболее чувствительных ландшафтах. При росте «термической нагрузки» на реки и водоемы можно ожидать ускорения процессов эвтрофикации. Потепление по-разному скажется на рыбных запасах в зависимости от того, на каких глубинах обитают рыбы. Наибольшие изменения могут ожидаться в мелководных озерах. При снижении уровней воды в реках и озерах произойдет увеличение концентраций цезия-137 и стронция-90.

Радиоактивное загрязнение территории. Зона загрязнения цезием-137 на начало 2012 г. охватывала 18% от общей площади страны. С течением

времени в силу естественного распада радиоактивных элементов площадь зоны радиоактивного загрязнения сократилась. К 2020 г. она уменьшится по сравнению с первоначальным состоянием в 1,8 раза и составит 16% площади страны. Однако данный уровень является весьма значительным. Поэтому, несмотря на уменьшение площади радиоактивного загрязнения, масштабы данной проблемы остаются достаточно значительными для Беларуси. Параллельно с положительным процессом сокращения площади радиоактивного загрязнения в целом в отдельных частях отчужденной загрязненной территории наблюдается негативное явление – повышение активности трансуранового элемента америция-241, которое продолжится до 2060 г.

8.12 Загрязнение атмосферы

Парниковый эффект обусловлен нагревом внутренних слоев атмосферы за счет поглощения "парниковыми газами" (прежде всего CO_2) основной инфракрасной (ИК) части теплового излучения поверхности Земли, нагреваемой Солнцем. Этот эффект может привести к существенному изменению климата, которое чревато непредсказуемыми последствиями, например к повышению уровня Мирового океана и затоплению низменных участков суши из-за таяния арктических и антарктических льдов. Рост концентрации CO_2 в атмосфере на 20% в течение последних 100 лет – строго доказанный факт. Основные источники "дополнительного" углекислого газа – это топки тепловых электростанций, автомобильные двигатели, лесные пожары, то есть источники, так или иначе связанные с техногенной деятельностью человека.

Загрязнение поверхности Земли суперэкоотоксикантами, к которым относятся хлордиоксины, полихлорированные бифенилы, полициклические ароматические углеводороды, некоторые тяжелые металлы (в первую очередь свинец, ртуть и кадмий) и, наконец, долгоживущие радионуклиды. Все эти загрязнители являются ксенобиотиками и попадают в окружающую среду в результате аварий на химических производствах, неполного сгорания топлива в автомобильных двигателях, неэффективной очистки сточных вод, катастроф на ядерных реакторах и даже сгорания полимерных изделий в кострах на садовых участках. Суперэкоотоксиканты ответственны за многочисленные болезни, аллергии, повышенную смертность, нарушения генетического аппарата человека и животных.

Разрушение озонового слоя. Озоновый слой, как известно, поглощает опасное для всех живых существ биологически активное ультрафиолетовое излучение Солнца. Наблюдения за концентрацией озона в этом слое, ведущиеся только в последние два десятилетия, фиксируют ее существенное локальное понижение (до 50% от исходной). Такие места, получившие название «озоновые дыры», в основном обнаруживаются над Антарктидой. Для объяснения образования озоновых дыр необходимо глубокое понимание комплекса физических, физико-химических и химических процессов,

протекающих в тропо- и стратосфере, необходимо также учитывать солнечно-земные связи, процессы дегазации Земли, потоки техногенных и эндогенных газов в атмосферу и многие другие факторы. В настоящее время их количественный учет невозможен, поэтому однозначного объяснения причин возникновения и затягивания озоновых дыр не существует. Тем не менее, средства массовой информации и многочисленная учебно-методическая литература активно распространяют фреоновую теорию разрушения озонового слоя. Суть ее заключается в следующем. Фреоны (хлорфторуглероды) широко используются в качестве хладагентов, вспенивателей пластмасс, газов-носителей в аэрозольных баллончиках, средств пожаротушения и т.п. Выполнив свою рабочую функцию, большая часть фреонов попадает в верхнюю часть атмосферы, где под действием света разрушается с образованием свободных атомов хлора. Далее атомы хлора интенсивно взаимодействуют с озоном и регенерируются. Таким образом, 1 атом хлора может разрушить до 9 молекул озона.

Повышенный уровень атмосферного загрязнения за период с 2011 по 2022 г. зафиксирован в Витебске, Бресте, Новополоцке, Полоцке, Орше, Светлогорске. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в этих городах определяется в пределах 3,5-5,0 ед. Слабая степень загрязнения атмосферного воздуха соответствует фоновым уровням заболеваемости, а уровень канцерогенного риска составляет 10-6 (один дополнительный случай рака в популяции 1 млн. человек) - приемлемый риск. Умеренное загрязнение соответствует достоверному превышению фоновых уровней заболеваемости; уровень канцерогенного риска может составить 10-5 (один дополнительный случай рака в популяции 100 тыс. человек) – достаточно высокий риск. Сильное загрязнение соответствует достоверному превышению верхней границы фонового уровня заболеваемости; уровень канцерогенного риска может составить 10-4 (один дополнительный случай рака в популяции 10 тыс. человек) – неприемлемый риск. Опасное загрязнение влечет за собой превышение фонового уровня заболеваемости в несколько раз; уровень канцерогенного риска может составить 10-3 (один дополнительный случай рака в популяции 1 тыс. чел.) – недопустимый риск. Анализ динамики загрязнения атмосферного воздуха в городах выявил те из них, уровень загрязнения которых является стабильно высоким, поскольку именно там существует большая вероятность превышения порогового значения, вызывающего неприемлемый канцерогенный риск. К таковым относятся, прежде всего, г. Гомель и г. Речица.

Кислотные дожди – это атмосферные осадки, рН которых ниже чем 5,5 (иногда достигает 2,5). Закисление осадков происходит вследствие попадания в атмосферу оксидов серы и азота. Источники SO_2 в основном связаны с процессами сгорания каменного угля, нефти и природного газа, содержащих в своем составе сераорганические соединения. Часть SO_2 в результате фотохимического окисления в атмосфере превращается в серный ангидрид, образующий с атмосферной влагой серную кислоту. Важным источником SO_2 является цветная металлургия: производство меди, никеля,

кобальта, цинка и других металлов включает стадию обжига сульфидов. Оксиды азота – предшественники азотной кислоты – попадают в атмосферу главным образом в составе дымовых газов котлов тепловых электростанций и выхлопов двигателей внутреннего сгорания. При высоких температурах, развивающихся в этих устройствах, азот воздуха частично окисляется, давая смесь моно- и диоксида азота.

Кислотные осадки губительно действуют на биоту. Твердо установлено, что под действием кислотных дождей и снегов сильно понизился водородный показатель тысяч озер Европы и Северной Америки, а это, в свою очередь, привело к резкому обеднению их фауны и гибели многих видов организмов. Кислотные осадки вызывают деградацию лесов. При понижении pH резко усиливается эрозия почвы и увеличивается подвижность токсичных металлов.

Антропогенное загрязнение атмосферы приводит, с одной стороны, к разрушению озона в верхних слоях (озоновые дыры), с другой стороны – к увеличению его концентрации в нижних слоях атмосферы.

Важнейшей составной частью атмосферы, влияющей на климат и защищающей живые организмы на Земле от коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца, является озоновый слой. Озон располагается в атмосфере повсеместно, но основная его масса сосредоточена на высоте 20 – 25 км, образуя своеобразный защитный озоновый экран планеты. Концентрация озона в нем равна 0,01 – 0,06 мг/м³ и если бы его можно было выделить в чистом виде, то толщина слоя составила 3 – 5 мм. Содержание озона выражается либо в сантиметрах (0,3 – 0,5), либо в единицах Добсона (миллиметры, умноженные на 100, т.е. 300 – 500 единиц).

Количество озона в атмосфере определяется балансом реакций его образования и разложения. В среднем в атмосфере Земли каждую секунду образуется и исчезает около 100 т озона. Механизм образования и разрушения озона в верхних слоях атмосферы следующий. В результате реакции диссоциации молекула кислорода под действием УФ-излучения Солнца распадается на 2 атома кислорода. Образовавшиеся радикалы либо соединяются между собой снова в молекулярный кислород, либо взаимодействуют с молекулой кислорода, образуя молекулу озона. Одновременно идет противоположный процесс распада молекул озона и образования молекулярного кислорода.

Важной особенностью озона является его способность поглощать жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца в интервале длин волн 200 – 320 нм. До поверхности Земли доходит солнечное излучение с длиной волны более 320 нм, а область спектра с длиной волны 320 – 400 нм называется биологически активным ультрафиолетом (БАУ).

В последние годы наблюдается тенденция снижения количества озона в верхних слоях атмосферы. В средних и высоких широтах северного полушария планеты такое снижение составило в среднем 3%. Ученые-медики установили, что уменьшение концентрации озона на 1% приводит к увеличению заболеваемости раком кожи и меланомой на 5 – 7% – для

европейской части это 6-6,5 тысяч человек в год. Кроме этого, уменьшение содержания озона вызывает заболевания глаз катаракту, которая приводит к слепоте. На молекулярном уровне УФ-лучи способны разрушать нуклеиновые кислоты, т.е. повреждать генетическую информацию организма. Общебиологическое действие ультрафиолетовой радиации выражается в гибели клеток, мутациях, и, в конечном счете – стерилизации планеты.

Наиболее значительное уменьшение количества озона зарегистрировано над Антарктидой. Здесь его содержание за последние 30 лет снизилось в среднем на 45%. Пространство, в пределах которого регистрируется уменьшение концентрации озона, получило название озоновой дыры. Размер дыры увеличивается ежегодно примерно на 4% и в настоящее время ее площадь превышает площадь США. Меньших размеров озоновая дыра фиксируется и над Арктикой. Все чаще отмечается появление так называемых “блуждающих” дыр площадью от 10 до 100 тыс. км² в других регионах, где потери озона достигают 20–40% от нормального уровня.

Существенное влияние на состояние озона оказывает наличие в атмосфере таких загрязнителей как оксиды азота, двуокиси углерода, метана, соединений хлора. Источниками веществ-разрушителей озонового слоя являются химическое производство, авиация, применение азотных удобрений в сельском хозяйстве, хлорирование питьевой воды, широкое использование фреонов в холодильных установках, для тушения пожаров, в качестве растворителей и гель-носителей в аэрозолях, выхлопные газы автотранспорта. Существуют разные варианты объяснений причины появления озоновых дыр, но большинство ученых считают главным виновником хлорфторуглероды (фреоны или хладоны). Молекулы этого газа называют “убийцами”. По данным американских ученых фреоны в 20000 раз превосходят углекислый газ в создании парникового эффекта. Каждый атом хлора, высвобождающийся из фреонов в агрессивной среде озонового слоя, способен разрушить до 100 тысяч молекул озона. Осложняющим моментом является высокая устойчивость фреонов – попадая в атмосферу, они могут существовать в ней от 70 до 100 лет.

Наиболее интенсивно озон разрушается весной. Ученые объясняют это тем, что низкие температуры и повышенная облачность зимой способствуют высвобождению хлора из фреонов, а весеннее повышение температуры активизирует его действие на озон.

Из других причин разрушения озонового экрана планеты называют интенсивное уничтожение лесов, которые являются основным источником молекулярного кислорода в атмосфере.

Второй аспект проблемы озона заключается в увеличении его количества в нижних слоях атмосферы. Здесь его повышенная концентрация проявляет себя как сильный яд (2-ой класс опасности). У людей отмечается затрудненное дыхание, раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. У растений озон вызывает разрушение хлорофилла, что влечет за собой нарушение процесса фотосинтеза и синтеза биомассы.

По оценкам специалистов количество озона в приземном слое возросло в 2 раза по сравнению с началом индустриальной эпохи и ежегодно увеличивается на 1-1,5%. Основной причиной этого является фотохимический смог.

Фотохимический смог

В крупных городах в среднем 70% выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух приходится на автотранспорт. В состав выхлопных газов входят окислы азота, угарный и углекислый газ, двуокись серы, бенз(а)пирен, свинец, углеводороды, металлическая и резиновая пыль. В среднем каждый автомобиль за год выбрасывает в окружающую среду до 200 кг окиси углерода, 60 кг окислов азота, 40 кг углеводородов, 3 кг металлической и резиновой пыли, 2 кг двуокиси серы, около 2 кг бенз(а)пирена. Из перечисленных загрязнителей наиболее опасными для здоровья человека являются окислы азота, угарный газ, свинец и бенз(а)пирен, который относится к группе сильных канцерогенов и способен длительное время сохраняться в почве, не теряя своих ядовитых свойств. Известно, что отдельно взятые загрязняющие вещества, присутствующие в атмосфере, менее опасны, чем их смеси. Химические реакции, протекающие между этими загрязнителями непосредственно в воздухе, приводят к возникновению дымных туманов – смогов. Смог бывает нескольких типов: влажный или лондонский в виде ядовитого густого грязно-желтого тумана, представляющий собой смесь из пылевых частиц (золы, сажи) и таких химических соединений как сернистый ангидрид и окись углерода. Такой тип смога обычен для стран с морским климатом, т.е. частыми туманами и высокой влажностью. Второй тип смога – ледяной или аляскинский. Он возникает, как правило, в Арктике и Субарктике, где низкие температуры и малое количество солнечной радиации. Представляет собой такой смог густой туман из смеси кристаллов льда, твердых и газообразных веществ (в основном SO_2). И третий тип смога – лос-анджелесский или фотохимический – типичен для субтропиков и стран умеренного пояса и, поскольку воздух здесь сухой, смог образует не туман, а синеватую дымку. Основными компонентами для его образования являются выхлопные газы автотранспорта и, прежде всего, оксиды азота и углеводороды, вступающие между собой в фотохимическую реакцию. Непременными условиями протекания этой реакции является температурная инверсия – состояние, когда температура воздуха с высотой вместо обычного понижения повышается, безветрие, солнечная погода, что бывает чаще всего в летние месяцы. Результатом фотохимической реакции является образование пероксиацетилнитрата (ПАН), озона и формальдегида. ПАН обладает слезоточивым действием, раздражая слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей у человека. Озон, как отмечалось, в нижних слоях атмосферы ведет себя как токсичное вещество по отношению к живым организмам.

Меры борьбы с фотохимическим смогом предполагают уменьшение выбросов продуктов горения двигателей внутреннего сгорания, более полное

сжигание топлива, установку каталитических преобразователей и проведение мероприятий, стимулирующих окисление углеводородов до углекислого газа и воды.

8.13 Загрязнение гидросферы

Качество питьевых вод. Проблема качества питьевых вод на территории страны обусловлена двумя факторами: во-первых, природными особенностями отложений в которых формируются водоносные горизонты. Во-вторых, техногенным загрязнением этих горизонтов. Природными причинами вызвана повышенная концентрация железа и марганца в подземных водах, а также недостаточное, с точки зрения человека, содержание в них йода и фтора. Природные причины неудовлетворительного качества питьевых вод характерны преимущественно для источников централизованного водоснабжения. Превышение гигиенических норм для питьевых вод по содержанию железа имеет в Беларуси массовое распространение: концентрация железа выше ПДК фиксируется примерно в половине источников пресных вод. Загрязнение водоносных горизонтов, из которых осуществляется водоснабжение городского населения, является локальным и прослеживается только для одиночных скважин. Основная причина загрязнения – несоблюдение режима зон санитарной охраны. Высокий уровень химического и микробиологического загрязнения колодцев в сельской местности вызван, прежде всего, развитием в стране интенсивного сельского хозяйства с применением больших доз минеральных и органических удобрений. Существенное значение имеют и такие причины как: отсутствие у многих колодцев необходимой защиты в виде глиняных замков и отмосток, а также их размещение в непосредственной близости от мест содержания домашнего скота и иных источников загрязнения.

Загрязнение поверхностных вод. На качество поверхностных вод оказывает влияние поступление загрязняющих веществ, во-первых, с поверхностным стоком в результате их смыва с сельскохозяйственных и урбанизированных территорий, с животноводческих ферм, из иных источников воздействий. Во-вторых, с атмосферными осадками; в-третьих, со сбрасываемыми сточными водами. В поверхностном стоке интенсивностью воздействия выделяются застроенные территории городов. Общая мощность очистных сооружений в стране превышает объем сбрасываемых сточных вод. Вместе с тем они не обеспечивают должного качества очистки. Причины этого заключаются в поступлении на многие очистные сооружения сточных вод с концентрацией загрязняющих веществ выше нормативных значений, имеют место случаи перегрузки очистных сооружений. Часть из действующих очистных сооружений характеризуется высокой степенью износа оборудования и нуждается в реконструкции. Произошедшее за последние 15 лет снижение сбросов сточных вод сказалось на состоянии водоемов и водотоков. Об этом свидетельствует, например, существенное уменьшение числа речных створов с загрязненными или

грязными водами. В последние 5 лет 40-60% поверхностных вод Беларуси относились к категории относительно чистых; 40-50% – умеренно загрязненных, 2-10% – загрязненных, грязных или очень грязных. Наличие трех последних категорий связано с загрязнением р. Свислочь ниже места поступления в нее недостаточно очищенных сточных вод с очистных сооружений г. Минска. Основной проблемой, осложняющей рекреационное и водохозяйственное использование озер и водохранилищ, является их биогенное загрязнение, которое вызывает интенсивное размножение в них сине-зеленых водорослей в летнее время.

8.14 Правовое регулирование хозяйственной деятельности в природопользовании

Принятая в государстве экологическая политика предусматривает последовательное проведение структурной перестройки производственной отрасли, совершенствование технологического уровня производства – ресурсосбережение, применение малоотходных и безотходных технологий, сокращение объемов выбросов, утилизация и переработка отходов.

Целью экологической политики Республики Беларусь является обеспечение

экологически безопасных условий для проживания людей, рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущего поколений.

Основной задачей экологического контроля является обеспечение соблюдения юридическими лицами и гражданами требований законодательства в области охраны окружающей среды.

Экологический контроль подразделяется на государственный, ведомственный, производственный и общественный:

Государственный контроль обеспечивает соблюдение утверждённых в установленном порядке стандартов (норм, правил) и эффективность проведения работ по изучению, рациональному использованию и охране всеми природопользователями.

Ведомственный контроль осуществляется республиканскими органами государственного управления и обеспечивает выполнение законодательства подведомственными предприятиями и организациями.

Производственный контроль проводит экологическая служба предприятий.

Общественный контроль осуществляют общественные объединения, трудовые коллективы с целью проверки выполнения требований закона РБ «Об охране окружающей среды» (1992 года, редакции от 31 декабря 2021 года).

8.15 Система экологического законодательства Республики Беларусь

Система законодательства – это правовое явление, связанное с системой права, в котором отражено объединение объективно обусловленных юридических норм. В правовой системе Республики Беларусь отрасль права, регулирующая отношения в области охраны окружающей среды, называется экологическим правом, а отрасль законодательства определена как «законодательство об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов».

Факторы, влияющие на формирование системы экологического законодательства:

- наличие в его структуре блока природно-ресурсных подотраслей (земельное, водное, горное, лесное законодательство);
- включение в число источников так называемых «экологизированных» норм;
- регулирование отношений в области охраны окружающей среды нормами международного права окружающей среды.

Источники, регулирующие отношения в области окружающей среды, составляют нормативные правовые акты экологического содержания, т. е. принятые с целью:

- регулирования отношений по использованию и охране компонентов природной среды (природно-ресурсное законодательство);
- охраны окружающей среды;
- обеспечения экологической безопасности.

Природно-ресурсное законодательство сложилось в процессе использования природных ресурсов и основано на естественных особенностях отдельных компонентов природной среды (земли, недр, вод и т. д.). Таким образом, в эту группу входят самостоятельные под отрасли, объединенные в экологическом законодательстве, по определенным признакам:

- земельное законодательство (от 23 июля 2008 год, редакция от 24 октября 2016 года);
- законодательство о недрах или иначе горное законодательство (от 14 июля 2008 года, редакция от 6 января 2021 года);
- водное законодательство (от 30апреля 2014 года, редакция от 5 января 2022 года);
- лесное законодательство (от 14 июля 2000 года, редакция от 4 января 2022 года);
- законодательство о растительном мире (от 14 июня 2003 года, редакция 12 апреля 2022 года);
- законодательство об охране и использовании животного мира (от 10 июля 2007 года, редакция от 4 января 2022 года);
- законодательство об охране атмосферного воздуха (от 16декабря 2008 года, редакция от 18 июня 2019 года);

– законодательство об охране озонового слоя (от 12 ноября 2001 года).

Также, в систему экологического законодательства объединены законы и акты, включая технические нормативные правовые акты, которые содержат нормы, устанавливающие параметры качества окружающей среды, и эколого-правовые механизмы, благодаря которым оно обеспечивается. В этой группе представлены следующие законы Республики Беларусь:

– «О государственной экологической экспертизе» (от 18 июля 2016 года);

– «Об особо охраняемых природных территориях» (от 15 ноября 2018 года);

– «Об обращении с отходами» (от 20 июля 2007 года).

Еще одной целью документов осуществляющих отношения в области охраны окружающей среды является обеспечение экологической безопасности граждан Республики Беларусь.

Конституционное право граждан благоприятную на окружающую среду в Республике Беларусь. Право граждан на благоприятную окружающую среду является естественным и необходимым для человека и принадлежит ему в силу самого факта рождения и существования. Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду.

Согласно статье 46 Конституции Республики Беларусь, государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды. Статьей 34 Конституции Республики Беларусь гражданам Республики Беларусь гарантируется право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о деятельности государственных органов, общественных объединений, о политической, экономической и международной жизни, состоянии окружающей среды.

Конституционные нормы составляют правовую основу экологических прав граждан. Их содержание раскрыто в специальном экологическом законодательстве: статьях 5-8 Закона «Об охране окружающей среды» (от 1992 года, редакции от 31 декабря 2021 года), в котором определяется один из существенных элементов правового статуса граждан - права и обязанности в области охраны окружающей среды. Иные экологические права и обязанности, в основном объединяющие права и обязанности граждан по использованию природных ресурсов, составляют содержание других законодательных источников, таких как:

– Кодекс о земле (редакция от 24 октября 2016 года);

– Кодекс о недрах (редакция от 6 января 2021 года);

– Водный и Лесной Кодексы (редакция от 5 января 2022 года и 4 января 2022 года соответственно);

– Закон «О животном мире» (редакция от 4 января 2022 года);

– Закон «Об охране атмосферного воздуха» (редакция от 18 июня 2019 года).

Идею, обосновывающую существование права граждан «на обеспечение благоприятной окружающей природной среды», впервые высказали представители эколого-правовой науки в 1992 году. Это право рассматривается как личное и неимущественное, а благоприятная окружающая среда - как нематериальное благо.

Право всех граждан на благоприятную окружающую среду является многокомпонентным и представляет собой законодательно обеспеченную возможность лица существовать в благоприятной окружающей среде, на благоприятную окружающую среду осуществлять право своими собственными действиями, требовать от соответствующих лиц соблюдения права, способствующих поддержанию окружающей среды благоприятном состоянии, обращаться к соответствующим государственным органам за защитой права в случае его нарушения либо угрозы нарушения норм права.

Таким образом, право граждан на благоприятную окружающую среду – это личное неимущественное право, не связанное с имущественным, которое характеризуется нематериальностью содержания, неразрывной связью с личностью обладателя, неотъемлемостью от личности, а потому, с одной стороны, не отчуждаемостью любым способом, а посредством его реализации и защиты осуществляется защита всеобщего (публичного) экологического интереса – охраняется окружающая среда.

8.16 Понятие организационно-правовых механизмов охраны окружающей среды

Охрана окружающей среды представляет собой деятельность государственных органов, общественных объединений, иных юридических лиц и граждан, направленную на сохранение и восстановление природной среды, рациональное (устойчивое) использование природных ресурсов и их воспроизводство, предотвращение загрязнения, деградации, повреждения, истощения, разрушения, уничтожения и иного вредного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности и ликвидацию ее последствий.

Для обеспечения охраны окружающей среды, экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов существенное значение имеет наличие закрепленных в законодательстве средств, при помощи которых достигается результативное воздействие на общественные отношения. Объединенные глобальной природоохранной целью, данные средства могут иметь различное организационное, экономическое, идеологическое содержание. Отдельные элементы каждого из этих содержательных блоков, в свою очередь, являются относительно автономными и, соответственно, можно говорить, например, о механизме торговли квотами на выбросы парниковых газов, экологического контроля или стимулирования осуществления природоохранной деятельности и др. Все они направлены на охрану окружающей среды, хотя их цели являются предметными и более конкретными. Так, проведение экологической

экспертизы преследует цель предупреждения отрицательного воздействия на окружающую среду; экологическое страхование – полное возмещение вреда, причиненного окружающей среде; экологический аудит – выявление нарушения экологических требований и выработка рекомендаций по устранению таких нарушений и т. п.

Основными организационно-правовыми механизмами охраны окружающей среды являются:

- планирование в области охраны окружающей среды и природопользования;
- нормирование и стандартизация в области охраны окружающей среды;
- лицензирование в области охраны окружающей среды;
- мониторинг окружающей среды;
- учет в области окружающей среды и использования природных ресурсов;
- оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС);
- экологическая экспертиза;
- экологическая сертификация;
- контроль в области охраны окружающей среды и природопользования;
- экологический аудит;
- разрешение споров в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Некоторые из приведенных выше механизмов выполняют функцию планирования и направлены на предупреждение возникновения экологической опасности, а также на выявление экологически опасных для окружающей среды и здоровья человека территорий, объектов и видов деятельности (например, мониторинг окружающей среды, ОВОС, экологическая экспертиза). Другие – регулируют, устанавливая пределы воздействия на окружающую среду, а также особые условия природопользования (нормирование в области охраны окружающей среды, лицензирование видов деятельности, связанных с воздействием на окружающую среду, и др.).

Среди организационно-правовых механизмов охраны окружающей среды особое место принадлежит экологическому нормированию, так как «данный институт содержит критерии правомерности поведения субъектов экологических правоотношений и определяет степень эффективности выполнения эколого-правового предписания».

Общую правовую основу нормирования и стандартизации в области охраны окружающей среды составляют законы Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», «О техническом нормировании и стандартизации», «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации». Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего

сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении:

- нормативов качества окружающей среды;
- нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;
- лимитов на природопользование.

Нормативы, относящиеся к первой группе (качества), устанавливаются на уровне, обеспечивающем экологическую безопасность, и определяют предельно допустимые границы вредных химических, физических, биологических воздействий на окружающую среду. Их превышение угрожает сохранению биологических условий существования человека. Нормативы качества окружающей среды служат одним из юридических критериев для определения благоприятного состояния окружающей среды. Они устанавливаются применительно к водам, почве, атмосферному воздуху и являются едиными для территории Республики Беларусь.

Принципиальное отличие второго вида нормативов (допустимого воздействия) заключается в том, что они определяют допустимые размеры вредных воздействий на окружающую среду, устанавливаемые для отдельных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (природопользователей), оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий. Суть этого принципа заключается в том, что нормативы допустимого воздействия на окружающую среду для каждого субъекта с учетом всех источников воздействия на окружающую среду устанавливаются на уровне, при котором суммарные нормативы допустимого воздействия на окружающую среду от всех субъектов на данной территории с учетом перспектив развития не приведут к превышению нормативов качества окружающей среды.

В соответствии со ст. 20 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» к нормативам качества окружающей среды относятся:

- нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ;
- нормативы предельно допустимых физических воздействий;
- нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов.

Нормативы качества окружающей среды утверждаются и вводятся в действие Министерством здравоохранения Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, иными государственными органами. Вместе с тем в законодательстве предусмотрена возможность установления более жестких, чем действующие на остальных территориях, нормативов качества окружающей среды на особо охраняемых природных территориях,

природных территориях, подлежащих специальной охране, и территориях биосферных резерватов.

В соответствии со ст. 21 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» к нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ;
- нормативы образования отходов производства;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия природных ресурсов;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Нормирование окружающей среды осуществляется также путем установления природопользователям на определенный период времени лимитов на природопользование, которые представляют собой объемы предельного использования (изъятия, добычи) природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов и иных видов вредного воздействия на окружающую среду.

Законодательством предусмотрено установление лимитов по двум направлениям (непосредственно связанным с осуществлением природопользования): изъятию природных ресурсов из природной среды и внесению загрязняющих веществ в окружающую среду, хранению и захоронению отходов.

Первая группа лимитов предусмотрена водным законодательством, законодательством о недрах, о животном мире, о растительном мире и включает:

- лимиты на водопользование – утверждаются Советом Министров Республики Беларусь по областям и городу Минску;
- лимиты добычи полезных ископаемых (кроме общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод) – утверждаются Советом Министров Республики Беларусь по представлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, лимиты добычи общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод утверждаются местными Советами депутатов по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь;
- лимиты на пользование животным миром – устанавливаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на основании данных мониторинга животного мира, учета объектов животного мира, оценки ресурсов животного мира и их использования, результатов научных исследований (например, при добыче виноградной улитки, личинок хирономид и др.);

– лимиты на пользование объектами растительного мира – устанавливаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (согласно ст. 63 Закона Республики Беларусь «О растительном мире» на заготовку (закупку) дикорастущих растений и (или) их частей). Лимиты на иные виды пользования объектами растительного мира могут устанавливаться местными исполнительными и распорядительными органами, предоставляющими право пользования объектами растительного мира, по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Налоговым кодексом Республики Беларусь изъятие объектов растительного мира не признается объектом налогообложения за добычу (изъятие) природных ресурсов и плата за данный вид пользования взимается в иных формах.

Вторая группа лимитов на природопользование включает лимиты выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, лимиты хранения и захоронения отходов. Лимиты допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь, местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами.

Лимиты хранения и захоронения отходов производства представляют собой количество отходов производства определенного вида, установленное собственнику отходов на определенный период времени для хранения или захоронения их на объектах хранения (захоронения) отходов. Лимиты хранения и лимиты захоронения отходов производства утверждаются собственникам отходов производства местными исполнительными и распорядительными органами по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Планирование природопользования и охраны окружающей среды

Планирование природопользования – это элемент рационального хозяйствования в области природопользования и охраны окружающей среды.

Цель планирования заключается в том, чтобы природно-ресурсный потенциал страны использовать комплексно и экономно.

Цели планирования в рыночных условиях сохраняются, а поиск новых форм и методов планирования продолжается, меняются его задачи и функции. Если предприятие причинило ущерб окружающей среде и нерационально использовало природные ресурсы, то оно несет материальную ответственность и возмещает причиненный ущерб. За выполнение плановых целей по охране природы предприятие поощряется и премируется за сохранение удельного расхода ресурсов. В случае наоборот, т.е. за невыполнение плановых целей предприятию предъявляются санкции.

Система планирования рационального природопользования базируется на общеметодологических положениях планирования экономического и

социального развития национального хозяйства страны. Важнейшей задачей планирования природопользования является разработка научно обоснованных путей и направлений рационального использования природных ресурсов, обеспечения равновесия в природной среде.

Научные основы планирования природопользования предусматривают постоянное совершенствование методологии планирования воспроизводства, рационального использования и охраны природных ресурсов, исходя из общих задач развития народного хозяйства, достигнутого уровня научно-технического прогресса и действия экономических законов развития общества.

Методология планирования природопользования включает совокупность целей и задач, принципов и методов, систему показателей, виды планов и программ, информационную базу и нормативы, методы расчета показателей. Основная цель планирования природопользования — обеспечение рационального и экономного использования природных ресурсов и равновесия в природной среде в условиях постоянного роста эффективности производства.

Задачи планирования природопользования сводятся к следующим:

- обеспечение комплексного использования минеральных ресурсов, применение малоотходных и безотходных технологий переработки минерального сырья;
- обеспечение рационального использования и восстановление нарушенных и загрязненных земельных, водных ресурсов, растительного и животного мира;
- обеспечение равновесия в природной среде путем выполнения научно обоснованных предельно допустимых нормативов.

В соответствии со статьей 80 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» планирование в области охраны окружающей среды и рационального природопользования осуществляется путем разработки:

- территориальных комплексных схем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- программ рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

Территориальные комплексные схемы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды разрабатываются в целях подготовки долгосрочных прогнозов в области охраны окружающей среды, которые определяют комплекс мероприятий по восстановлению, сохранению и улучшению качества окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов и сохранению биологического разнообразия.

Территориальные комплексные схемы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды разрабатываются для конкретных территорий с учетом генеральной схемы расселения, схем развития производительных сил и социальной сферы.

Разработка программ рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды осуществляется в целом по республике, в пределах административно-территориальных единиц, а также по отраслям экономики в целях обеспечения благоприятной окружающей среды и выбора способов природопользования, обеспечивающих минимально возможный уровень вредного воздействия на окружающую среду, сохранение и воспроизводство природных ресурсов. Разработка отраслевых программ рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды осуществляется соответствующими республиканскими органами государственного управления и объединениями (учреждениями), подчиненными Совету Министров Республики Беларусь, по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Так, Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь в 2006 году утверждена Программа по выполнению «Национального плана действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2006 – 2010 годы» в системе Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь на 2006 – 2010 годы.

Разработка мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды осуществляется на основе утвержденных государственных программ социально-экономического развития Республики Беларусь, государственных и отраслевых программ рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, республиканских, областных и иных комплексных схем охраны окружающей среды. Указанные программы и схемы согласовываются с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь или его территориальными органами. Разработка природоохранных программ и мероприятий в пределах административно-территориальных единиц осуществляется соответствующими местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Мероприятия по охране окружающей среды также обязаны планировать, разрабатывать и осуществлять юридические лица и индивидуальные предприниматели, ведущие хозяйственную и иную деятельность, оказывающую вредное воздействие на окружающую среду.

Стандартизация в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Стандартизация – деятельность по установлению технических требований в целях их всеобщего и многократного применения в отношении постоянно повторяющихся задач, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в области разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг.

Стандартизация в области охраны окружающей среды – это разработка и внедрение в практику научно обоснованных, обязательных для выполнения технических требований и норм (стандартов), регламентирующих хозяйственную деятельность человека по отношению к окружающей среде и основывается на принципах:

- системного подхода и соблюдения единого порядка разработки, согласования и утверждения государственных стандартов в области охраны окружающей среды;
- предположении об экологической опасности планируемой хозяйственной или иной деятельности;
- научно обоснованного сочетания экологических, экономических, социальных интересов граждан, общества и государства в целях обеспечения благоприятной окружающей среды.

Государственные стандарты в области охраны окружающей среды разрабатываются с учетом действующего законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды, научно-технических достижений и требований международных правил.

Стандарты в области охраны окружающей среды направлены на обеспечение:

- сохранения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- сохранения равновесия между развитием производства и устойчивостью окружающей среды;
- рационального использования природных ресурсов;
- сохранения и восстановления биологического разнообразия;
- совершенствования правил поведения хозяйственной и иной деятельности в части минимизации вредного воздействия на окружающую среду;
- гармонизация с принятыми в мировом сообществе методами и практикой стандартизации в области охраны окружающей среды;
- выполнения принятых в Республике Беларусь обязательств по природоохранным конвенциям и соглашениям, иным международным договорам Республики Беларусь;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей продукции, а также выполняемых работ и услуг в области охраны окружающей среды относительно экологической безопасности;
- защиты жизни, здоровья, имущества и наследственности человека и охраны окружающей среды;
- устранения технических барьеров в торговле;
- повышения конкурентоспособности продукции и услуг в области охраны окружающей среды.

Система стандартов в области охраны окружающей среды:

– охватывает все компоненты природной среды, природоохранную деятельность, гидрометеорологическую деятельность и деятельность по геологическому изучению недр;

– состоит из взаимосвязанных стандартов, направленных на охрану окружающей среды, сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов, систематизированных по блокам.

Каждый блок включает в себя стандарты, устанавливающие требования к различным объектам стандартизации в области охраны окружающей среды.

Основными задачами системы стандартов в области охраны природы являются:

– установление единой терминологии в области охраны окружающей среды

– совершенствование организационной структуры стандартизации в области охраны окружающей среды;

– обеспечение сохранности природных комплексов;

– содействие восстановлению и рациональному использованию природных ресурсов;

– содействие сохранению равновесия между развитием производства и устойчивостью окружающей природной среды;

– совершенствование управления качеством окружающей природной среды в интересах человечества.

Со стандарта СТБ 17.00.00-01-2008 в республике начался пересмотр государственных стандартов в области охраны природы 17-й серии, утвержденных в 70 - 80-е годы прошлого столетия.

При формировании предложений по разработке государственных стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования предпочтение отдается тем, которые основаны на применении международных и национальных стандартов Российской Федерации и стран Европейского союза. При этом разработка оригинальных стандартов возможна лишь в случае отсутствия аналогичных международных документов.

СТБ 17.00.00-01-2008 устанавливает основные положения системы стандартов в области охраны окружающей среды, природопользования и гидрометеорологической деятельности, направленных на охрану окружающей среды и улучшение использования природных ресурсов, определяет объекты стандартизации в области охраны окружающей среды и классификацию стандартов в данной сфере.

Система стандартов в области охраны окружающей среды охватывает все компоненты природной среды, природоохранную деятельность, гидрометеорологическую деятельность, деятельность по геологическому изучению недр и состоит из взаимосвязанных стандартов, направленных на

охрану окружающей среды, сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов, систематизированных по блокам:

- общие природоохранные требования;
- общие технические требования;
- физические факторы;
- земли (в том числе почвы);
- недра;
- растительный мир;
- гидросфера;
- животный мир;
- атмосферный воздух;
- воздействие на климат;
- гидрометеорологическая деятельность;
- отходы;
- территории;
- аналитический контроль и мониторинг;
- продукция, процессы ее жизненного цикла или услуги;
- базы данных;
- генетически измененные организмы;
- другие объекты.

В зависимости от характера стандартизуемого объекта стандарты, входящие в один блок ТНПА в области охраны окружающей среды и природопользования, подразделяются на группы, в которые в свою очередь входят стандарты, устанавливающие технические требования по компонентам природной среды.

Необходимо отметить, что при разработке ТНПА на основе стандартов международных и региональных организаций по стандартизации их обозначение и наименование должны приводиться с учетом требований существующей системы государственных стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования согласно СТБ 17.00.00-01-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Система стандартов в области окружающей среды и природопользования. Основные положения» и ТКП 1.9-2007 «Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила принятия международных, региональных и национальных стандартов других государств в качестве государственных стандартов».

К настоящему времени созданы стандарты качества воздушной среды по 1080 загрязнителям, для защиты питьевой воды – по 1373 соединениям, для ведения рыбного хозяйства – по 972 соединениям и для защиты рекреационных водных источников – по 14 соединениям. Количество же одновременно присутствующих веществ и сочетаний только в атмосфере достигает величины 11060, что реально не может быть охвачено

традиционной системой контроля. Кроме того, разработка экологических стандартов представляет собой длительный и дорогостоящий процесс. Представляется возможным и эффективным использование в странах СНГ нормативов, принятых в Европейском сообществе.

Международная система стандартов ИСО серии 14000 «Системы управления окружающей средой»

Особое место в системе стандартизации Беларуси занимает международный стандарт ISO 14000.

Международный стандарт ISO 14000 устанавливает требования к системе экологического менеджмента в организации (предприятий или компаний), чтобы дать возможность организации разработать и реализовать политику и достичь целей, которые учитывают законодательные и нормативные требования, а также информацию о значительных экологических аспектах. Он предназначен для применения организациями всех типов и размеров, независимо от различий в географических, культурных и социальных условиях.

Основным предметом ISO 14000 является система экологического менеджмента, которая служит для организаций «*to do the right thing*» (способом действий), необходимым для достижения целей экологической деятельности и поэтапного решения конкретных задач.

Ключевым понятием серии ISO 14000 является система менеджмента окружающей среды (СМОС) в организации (на предприятии или в компании).

Философия стандарта ISO 14000 – «через организацию высокого уровня качества собственного производства и вовлечение в этот круг все большего числа партнеров повышать качество жизни общества в целом».

Стандарты ISO 14000 являются «добровольными». Они не заменяют законодательных требований, а обеспечивают систему определения того, каким образом компания влияет на окружающую среду и как выполняются требования законодательства.

Организация может использовать стандарты ISO 14000 для внутренних нужд, как формат внутреннего аудита системы экологического менеджмента. Создание такой системы дает организации эффективный инструмент, с помощью которого она может управлять всей совокупностью своих воздействий на окружающую среду и приводить свою деятельность в соответствие с разнообразными требованиями. Стандарты могут использоваться и для внешних нужд, чтобы продемонстрировать клиентам и общественности соответствие системы экологического менеджмента современным требованиям.

Учет в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов

Порядок государственного учета в области охраны окружающей среды утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь. Государственный учет ведется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальными органами посредством учета природопользователей в базе данных государственного учета. База данных формируется в виде электронного документа, содержащего информацию о природопользователях, месте нахождения, проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации и выводе из эксплуатации объектов природопользователей, их количественной и качественной характеристике, об оценке вредного воздействия деятельности на окружающую среду и другие сведения, предусмотренные в структуре базы данных. При постановке на государственный учет каждому природопользователю присваивается учетный номер. Включение природопользователей в базу данных осуществляется:

- при согласовании акта выбора места размещения земельного участка;
- выдаче положительного заключения государственной экологической экспертизы проектов;
- выдаче разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, на специальное водопользование, на хранение и захоронение отходов производства, комплексных природоохранных разрешений;
- выдаче специальных разрешений (лицензии) на осуществление деятельности, связанной с воздействием на окружающую среду;
- осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды.

Государственный учет используемых природных ресурсов ведется в форме кадастров. В соответствии со ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» государственный кадастр природных ресурсов представляет собой систематизированный свод данных о количественных и качественных характеристиках природных ресурсов, их экономической оценке и использовании, т. е. является источником информации о природных ресурсах. Данные кадастров учитываются органами государственного управления в процессе принятия решений, касающихся использования природных ресурсов, прогнозирования их изменения под влиянием деятельности человека и осуществления необходимых мер охраны.

В соответствии со ст. 72 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» в республике ведутся следующие государственные кадастры природных ресурсов:

- государственный земельный кадастр;
- государственный кадастр недр;
- государственный водный кадастр;
- государственный кадастр атмосферного воздуха;
- государственный лесной кадастр;

- государственный кадастр растительного мира;
- государственный кадастр животного мира;
- государственный климатический кадастр;
- государственный кадастр отходов.

Порядок ведения каждого вида государственного кадастра природных ресурсов и иных названных выше кадастров определяется соответствующим положением, утвержденным Советом Министров Республики Беларусь.

Учету в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов подлежат действия загрязняющих веществ на используемые природные ресурсы. Также учету подлежат предприятия, юридические лица, индивидуальные предприниматели, хозяйственная и иная деятельность которых оказывает вредное воздействие на окружающую среду, в том числе осуществляющие экологически опасную деятельность.

К видам вредных воздействий на окружающую среду, подлежащим государственному учету, относятся как воздействия, непосредственно оказываемые хозяйственной и иной деятельностью в районе размещения объекта (выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, вредные физические воздействия на компоненты природной среды и др.), так и косвенные воздействия, т.е. вызываемые опосредованными (вторичными) факторами, возникающими вследствие эксплуатации объекта (изменение биологического разнообразия, переход загрязняющих веществ из одного компонента природной среды в другие компоненты и т. д.).

Законодательством предусмотрено, что в области охраны окружающей среды осуществляется как государственный учет, так и учет, проводимый юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Лицензирование в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды

Лицензирование в рассматриваемой области представляет собой разрешительный порядок осуществления определенных законодательством видов деятельности в сфере экологических правоотношений, комплекс реализуемых государством мер, связанных с выдачей лицензий, их дубликатов, внесением изменений и (или) дополнений в лицензии, приостановлением, возобновлением, продлением срока действия лицензий, прекращением их действия, контролем за соблюдением лицензиатами при осуществлении лицензируемых видов деятельности соответствующих лицензионных требований и условий. Лицензирование можно рассматривать как форму контроля за рациональным использованием природных ресурсов и охраной окружающей среды в процессе хозяйственной деятельности.

В соответствии с Декретом Президента Республики Беларусь от 14 июля 2003 г., № 17 «О лицензировании отдельных видов деятельности» в области

охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов лицензированию подлежат следующие виды деятельности:

- ведение рыболовного хозяйства;
- ведение охотничьего хозяйства;
- деятельность по заготовке и переработке древесины;
- деятельность, связанная с осуществлением контроля радиоактивного загрязнения;
- деятельность в области промышленной безопасности;
- деятельность, связанная с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду.

Выдача специальных разрешений (лицензий) на указанные виды деятельности производится в соответствии с Декретом Президента Республики Беларусь от 14 июля 2003 г., № 17 и Положениями, утвержденными Советом Министров Республики Беларусь по каждому из указанных видов деятельности.

Лицензирование ведения рыболовного хозяйства осуществляется Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Лицензия может быть выдана только юридическому лицу сроком на 10 лет.

Для получения лицензии соискатель лицензии дополнительно к документам, указанным в Положении о лицензировании отдельных видов деятельности, утвержденном Декретом Президента Республики Беларусь от 14 июля 2003 г., № 17, должен представить в Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь копию договора аренды рыболовных угодий, заключенного соискателем лицензий с местными исполнительными и распорядительными органами. Следует отметить, что выдача лицензии на ведение рыболовного хозяйства согласовывается с Государственной инспекцией охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь.

Лицензирование ведения охотничьего хозяйства осуществляется Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь. Лицензия выдается только юридическому лицу сроком на 10 лет.

Для получения лицензии соискатель лицензии наряду с документами, определенными Положением о лицензировании отдельных видов деятельности, утвержденным Декретом Президента Республики Беларусь от 14 июля 2005 г., № 17, представляет в Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь копию решения местного Совета депутатов о передаче в аренду охотничьих угодий, карту-схему охотничьих угодий и копию договора аренды охотничьих угодий, заключенного в установленном порядке соискателем лицензии с местным исполнительным и распорядительным органом, а также копию штатного расписания. Следует отметить, что выдача лицензии на ведение охотничьего хозяйства

согласовывается с Государственной инспекцией охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь.

Лицензирование деятельности по заготовке и переработке древесины осуществляется Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь. Лицензия выдается только юридическим лицам сроком на 5 лет.

Лицензионными требованиями и условиями, предъявляемыми к соискателю лицензии, является наличие технических средств, а также квалифицированных работников. При осуществлении деятельности по заготовке древесины необходимо также:

- применение техники и технологий, обеспечивающих максимальное сохранение верхнего плодородного (перегнойного) слоя почвы, биологического разнообразия и своевременное воспроизводство лесов;

- соблюдение правил пожарной безопасности, проведение в местах работ противопожарных мероприятий, а в случае возникновения лесного пожара – оповещение о нем государственной лесной охраны и оказание содействия в его тушении;

- обеспечение сохранности семенных групп и других, не подлежащих рубке деревьев, подроста, сохранение которых предусмотрено в лесорубочном билете (ордере);

- оказание услуг по заготовке древесины юридическим лицам, ведущим лесное хозяйство, и другим лесопользователям;

- недопущение действий, повлекших возникновение непосредственной угрозы жизни и здоровью граждан, проживающих в зоне ведения лесозаготовительных работ (нарушение сооружений нефтегазопроводов, линий электропередачи);

- предоставление Министерству лесного хозяйства Республики Беларусь достоверных первичных статистических данных о заготовке древесины.

Лицензирование деятельности, связанной с осуществлением контроля радиоактивного загрязнения, проводится Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Под лицензируемой деятельностью понимается радиационное обследование территорий, лесных и водных массивов, зданий и сооружений, оборудования, транспорта, промышленных, сельскохозяйственных, гражданских и других объектов, определение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной и промышленной продукции, продукции лесного хозяйства, строительных материалах, пищевых продуктах, питьевой воде, лекарственно-техническом сырье, коммунальных отходах, поверхностного загрязнения, мощности дозы гамма-излучения. Лицензия может быть выдана как юридическому лицу, так и индивидуальному предпринимателю сроком на 5 лет.

Лицензирование деятельности в области промышленной безопасности осуществляется Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Лицензия может быть выдана как юридическому лицу, так и индивидуальному предпринимателю сроком на 5 лет. Следует отметить, что деятельность в области промышленной безопасности включает в себя достаточно широкий перечень работ и услуг. К лицензированию в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды относятся следующие работы и услуги:

- утилизация (переработка), хранение и захоронение радиоактивных отходов, отработавшего ядерного топлива;
- добыча полезных ископаемых (кроме торфа и сапропелей).

Лицензионные требования и условия, предъявляемые к соискателю лицензии при ее выдаче, лицензиату при осуществлении им лицензируемой деятельности:

- наличие в штате соответствующих специалистов, прошедших подготовку и проверку знаний в установленном порядке;
- наличие производственного контроля за соблюдением промышленной безопасности, организованного в установленном порядке;
- наличие организационных и технических возможностей осуществлять лицензируемую деятельность в соответствии с требованиями актов законодательства и др.

Лицензирование деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду, осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Лицензия может быть выдана как юридическому лицу, так и индивидуальному предпринимателю сроком на 5 лет.

Данный вид лицензируемой деятельности включает следующие составляющие работы и услуги:

- обращение с озоноразрушающими веществами (производство, купля (продажа), хранение, утилизация, рециклинг, обезвреживание и т. п.);
- геологическое изучение недр (комплекс исследовательских и прикладных работ, проводимых в целях уяснения строения земной коры и протекающих в ней процессов, поиска и разведки полезных ископаемых, строительства и (или) эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых);
- добыча торфа или сапропелей;
- бурение скважин на воду глубиной более 20 метров;
- использование отходов 1–3-го классов опасности, обезвреживание отходов;
- экологический аудит.

Общим требованием, предъявляемым к лицензиату, является требование об осуществлении деятельности в соответствии с нормативными правовыми

актами, а также техническими нормативными правовыми актами. К лицензиату предъявляются также лицензионные требования и условия, которые зависят от вида работ или услуг, входящих в рассматриваемый вид деятельности.

РАЗДЕЛ II ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: изучить способы и методы оказания первой помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях.

Первая помощь – это комплекс срочных простейших мероприятий для спасения жизни человека и предупреждения осложнений при несчастном случае или внезапном заболевании, проводимых на месте происшествия самим пострадавшим (самопомощь) или другим лицом, находящимся поблизости (взаимопомощь).

Первая помощь оказывается до медицинской помощи. Оптимальный срок для оказания первой помощи – до 30 мин после получения поражения. При остановке кровообращения или дыхания, это время сокращается до 5 мин

Существует четыре принципа оказания первой помощи при чрезвычайных ситуациях:

1. Осмотреть место происшествия.

Как только вы убедились, что оказались в чрезвычайной ситуации и приготовились действовать, проверьте, не представляет ли место происшествия опасность для вас и для окружающих. Внимательно осмотритесь и постарайтесь определить следующее – «что произошло?»; «сколько пострадавших?»; «в состоянии ли окружающие вам помочь?». Когда вы проводите осмотр места происшествия, обращайте внимание на то, что может угрожать вашей безопасности и безопасности окружающих: оголенные электрические провода, падающие обломки, интенсивное дорожное движение, пожар, дым, вредные испарения, неблагоприятные погодные условия, слишком большая глубина водоема или быстрое течение. Если вам угрожает какая-либо опасность, не приближайтесь к пострадавшему. Немедленно вызовите скорую помощь и соответствующую аварийную службу или полицию для получения профессиональной помощи.

Никогда не подвергайте себя риску, иначе вы можете оказаться в роли второго пострадавшего. В ситуации повышенной опасности помощь должна оказываться профессиональными сотрудниками служб, которые имеют соответствующую подготовку и снаряжение

2. Провести первичный осмотр пострадавшего и оказать первую помощь при состояниях, угрожающих жизни.

3. Вызвать скорую медицинскую помощь.

4. Провести вторичный осмотр пострадавшего и при необходимости оказать помощь при выявлении других проблем.

Постоянно наблюдайте за пострадавшим и успокойте его до прибытия скорой медицинской помощи.

Алгоритм действий на месте происшествия с наличием пострадавших

1. Провести оценку обстановки и обеспечить безопасные условия для оказания первой помощи:

- определить угрожающие факторы для собственной жизни и здоровья;
- определить угрожающие факторы для жизни и здоровья пострадавшего;
- устранить угрожающие факторы для жизни и здоровья;
- прекратить действие повреждающих факторов на пострадавшего.

2. Определить наличие сознания у пострадавшего.

При наличии сознания перейти к п. 7; при отсутствии сознания перейти к п. 3.

3. Восстановить проходимость дыхательных путей (запрокинуть голову с подъемом подбородка; выдвинуть нижнюю челюсть (при необходимости) и определить признаки жизни:

- определить наличие нормального дыхания с помощью слуха, зрения и осязания. При наличии дыхания перейти к п. 6.
- определить наличие кровообращения путем проверки пульса на магистральных артериях (одновременно с определением дыхания и при наличии соответствующей подготовки). При отсутствии дыхания перейти к п. 4.

4. Вызвать скорую медицинскую помощь (по телефону 103 привлекая помощника или с использованием громкой связи на телефоне).

5. Начать проведение сердечно-легочной реанимации путем чередования:

- два сильных выдоха;
- 30 надавливаний на грудную клетку.

Поднимите подбородок пострадавшего кверху одной рукой и запрокиньте назад его голову. Если нормальное дыхание отсутствует, зажмите нос пострадавшего, сделайте глубокий вдох, широко откройте рот и обхватите им рот пострадавшего. Сделайте 2 сильных выдоха через рот, Продолжительность каждого выдоха – одна секунда.

Если у пострадавшего продолжает отсутствовать дыхание, он не двигается и не кашляет, начинайте массаж грудной клетки. Для этого двумя руками надавливайте в середине грудной клетки 30 раз. Глубина движений - 4-5 сантиметров, скорость 100 надавливаний в минуту (быстрее, чем одно надавливание в секунду).

Продолжайте чередовать 2 выдоха и 30 надавливаний до прибытия помощи. При появлении признаков жизни перейти к п. 6.

6. При появлении (или наличии) признаков жизни выполнить мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей одним или несколькими способами:

- придать устойчивое боковое положение;
- запрокинуть голову с подъемом подбородка;

– выдвинуть нижнюю челюсть.

7. Провести обзорный осмотр пострадавшего и осуществить мероприятия по временной остановке наружного кровотечения одним или несколькими способами:

- наложением давящей повязки;
- пальцевым прижатием артерии;
- прямым давлением на рану;
- максимальным сгибанием конечности в суставе;
- наложением жгута.

8. Провести подробный осмотр пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью:

- осмотр головы;
- осмотр шеи;
- осмотр груди;
- осмотр спины;
- осмотр живота и таза;
- осмотр конечностей;
- наложить повязки при травмах различных областей тела;
- зафиксировать шейный отдел позвоночника (подручными средствами, с использованием медицинских изделий);
- прекратить воздействие опасных химических веществ (промыть желудок путем приема воды и вызывания рвоты, удалить с поврежденной поверхности и промыть поврежденные поверхности проточной водой);
- провести местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур;
- провести термоизоляцию при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придать пострадавшему оптимальное положение тела

Для обеспечения ему комфорта и уменьшения степени его страданий.

10. Постоянно контролировать состояние пострадавшего и оказывать психологическую поддержку

Наличие сознания, дыхания и кровообращения

11. Передать пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, сообщив необходимую информацию.

Отравление угарным газом

При отравлении угарным газом у пострадавшего появляется головная боль, шум в ушах, головокружение, общая слабость. В тяжелых случаях возможны судороги и бессознательное состояние.

Пострадавшего надо вывести (или вынести) на свежий воздух, уложить на спину, положить на голову и грудь холодный компресс, напоить горячим чаем или кофе. Лучшее средство при отравлении угарным газом – длительное вдыхание кислорода (применение кислородных подушек). При отсутствии дыхания или резком его угнетении сделать искусственное дыхание.

Утопление

Характер оказания помощи пострадавшему, извлеченному из воды, зависит от тяжести его состояния. Если пострадавший в сознании, пульс и дыхание удовлетворительные, нет жалоб на недостаточность дыхания, то его следует уложить на сухую жесткую поверхность так, чтобы голова была низко опущена, раздеть, растереть сухим полотенцем, дать горячее питье и укутать сухим одеялом.

После извлечения из воды пострадавшего с удовлетворительным пульсом и дыханием, но в бессознательном состоянии, надо запрокинуть его голову и выдвинуть нижнюю челюсть, затем уложить так, чтобы голова была низко опущена, и освободить ротовую полость от тины, ила, рвотных масс, обтереть его насухо и согреть.

При извлечении из воды пострадавшего без самостоятельного дыхания, но с сохраненной сердечной деятельностью, после тех же предварительных мероприятий следует как можно быстрее сделать искусственное дыхание. Если у пострадавшего отсутствуют самостоятельное дыхание и сердечная деятельность, необходимо сочетать проведение искусственного дыхания с непрямой массаж сердца.

После оказания первой помощи, независимо от степени тяжести состояния, пострадавшего необходимо доставить в медицинское учреждение, так как во всех случаях возможны осложнения, от которых пострадавший может умереть.

Ушиб

Для ослабления боли и уменьшения кровоизлияния следует:

1. сразу применить холод: сделать холодную примочку, положить пузырь со льдом;
2. наложить давящую повязку и обеспечить покой ушибленной части тела: руку подвесить на косынке, ногу уложить высоко на подушке.

Очень сильная боль после ушиба может означать повреждение кости. Нельзя растирать ушибленное место, это может привести к тромбофлебиту.

Если отек и гематома не исчезают, надо обратиться к врачу.

При сильных ушибах головы (особенно если они сопровождаются тошнотой, потерей сознания), груди, живота, могут быть повреждены мозг и внутренние органы. В таких случаях необходимо обеспечить пострадавшему покой и обратиться за медицинской помощью.

Вывих

Вывих – стойкое смещение суставных концов костей, вызывающее нарушение функции сустава. Вывих должен быть вправлен исключительно врачом (фельдшером)!

Вывихи называют открытыми, если они сопровождаются ранением, проникающим в полость сустава.

Признаки вывиха – резкая болезненность, изменение формы сустава, невозможность или ограниченность движений в нем.

До прихода врача необходимо:

–на вывихнутый сустав следует положить холод;

–движения поврежденной части нужно ограничить: наложить фиксирующую повязку или шину.

Перелом

Перелом – повреждение кости с нарушением ее целостности.

Признаки перелома – резкая боль, невозможность пользоваться конечностью, изменение подвижности и формы поврежденной конечности, иногда хруст осколков костей, кровоизлияние и отечность мягких тканей. Нельзя самостоятельно вправлять перелом!

Первая помощь при переломе:

1. сразу наложить шину из любого твердого материала. Длина должна быть такой, чтобы шина заходила за те два сустава конечности, между которыми произошел перелом. Если шину не из чего сделать, то поврежденную ногу привязать к здоровой ноге, а поврежденную руку повесить на косынку;

2. перелом открытый – смазать кожу вокруг раны йодом, а на рану наложить стерильную повязку. Если обильное кровотечение, то до наложения шины требуется наложить кровоостанавливающий жгут. Пострадавшего доставить к врачу на носилках.

Кровотечение

Кровотечение –это истечение крови из кровеносных сосудов в органы, ткани, в естественные полости тела или во внешнюю среду. Пострадавшему необходима срочная медицинская помощь, так как быстрая и значительная потеря крови несет серьезную угрозу здоровью и может привести к летальному исходу.

Цель и порядок выполнения обзорного осмотра пострадавшего

Целью обзорного осмотра является определение признаков кровотечения, требующего скорейшей остановки. Обзорный осмотр производится очень быстро, в течение 1-2 секунд, с головы до ног.

Основные признаки острой кровопотери:

Резкая общая слабость; чувство жажды; головокружение; мелькание «мушек» перед глазами; обморок, чаще при попытке встать; бледная, влажная и холодная кожа; учащённое сердцебиение; частое дыхание. Указанные признаки могут наблюдаться как при наличии продолжающегося наружного кровотечения, так и при остановленном кровотечении, а также при отсутствии видимого или продолжающегося кровотечения.

Наружное кровотечение сопровождается повреждением кожных покровов и слизистых оболочек, при этом кровь изливается наружу в окружающую среду.

Артериальные кровотечения

Являются наиболее опасными, так как при ранении крупных артерий происходит большая потеря крови за короткое время. Признаком артериальных кровотечений обычно является пульсирующая алая струя крови, быстро расплывающаяся лужа крови алого цвета, быстро пропитываемая кровью одежда пострадавшего.

Венозные кровотечения

Характеризуются меньшей скоростью кровопотери, кровь темно-вишневая, вытекает «ручьём». Венозные кровотечения могут быть менее опасными, чем артериальные, однако также требуют скорейшей остановки.

Капиллярные кровотечения

Наблюдаются при ссадинах, порезах, царапинах. Капиллярное кровотечение непосредственной угрозы для жизни, как правило, не представляет.

Смешанные кровотечения

Это кровотечения, при которых имеются одновременно артериальное, венозное и капиллярное кровотечение. Наблюдаются, например, при отрыве конечности. Опасны вследствие наличия артериального кровотечения.

Способы временной остановки кровотечения:

1. Прямое давление на рану. Является наиболее простым способом остановки кровотечений. При его использовании рана закрывается стерильными салфетками или стерильным бинтом, после чего на область раны осуществляется давление рукой участника оказания первой помощи с силой, достаточной для остановки кровотечения. При отсутствии бинта или салфеток для наложения на рану можно использовать любую подручную ткань.

2. Наложение давящей повязки. Используется для более продолжительной остановки кровотечения можно использовать давящую повязку. Повязка должна накладываться с усилием (давлением). Если повязка начинает пропитываться кровью, то поверх нее накладывают еще несколько стерильных салфеток и туго прибинтовывают.

3. Пальцевое прижатие артерии. Позволяет достаточно быстро и эффективно останавливать кровотечение из крупных артерий. Давление осуществляется в определенных точках между раной и сердцем. Выбор точек обусловлен возможностью прижатия артерии к кости. Результатом является прекращение поступления крови к поврежденному участку сосуда и остановка или значительное ослабление кровотечения. Как правило, пальцевое прижатие артерии предшествует наложению кровоостанавливающего жгута и используется в первые секунды после обнаружения кровотечения и начала оказания первой помощи (так же, как и прямое давление на рану). Эффективность и правильность использования этого способа определяется визуально – по уменьшению или остановке кровотечения.

4. Максимальное сгибание конечности в суставе. Приводит к перегибу и сдавлению кровеносного сосуда, что способствует прекращению кровотечения. Этот способ достаточно эффективно останавливает кровотечение. Для повышения эффективности в область сустава необходимо вложить 1-2 бинта или свернутую валиком одежду. После сгибания конечность фиксируют руками, несколькими турами бинта или подручными средствами (например, брючным ремнем).

5. Наложение кровоостанавливающего жгута (табельного или импровизированного). Может применяться для более продолжительной временной остановки сильного артериального кровотечения. Для снижения негативного воздействия жгута на конечности его следует накладывать в соответствии со следующими правилами:

1) Жгут следует накладывать только при артериальном кровотечении при ранении конечностей.

2) Жгут необходимо накладывать максимально близко к ране. Если место наложения жгута приходится на среднюю треть плеча и на нижнюю треть бедра, следует наложить жгут выше.

3) Жгут на голое тело накладывать нельзя, только поверх одежды или тканевой (бинтовой) прокладки.

4) Перед наложением жгут следует завести за конечность и растянуть.

5) Кровотечение останавливается первым (растянутым) туром жгута, все последующие (фиксирующие) туры накладываются так, чтобы каждый последующий тур примерно наполовину перекрывал предыдущий.

6) Жгут не должен быть закрыт повязкой или одеждой, т.е. должен быть на виду.

7) Точное время наложения жгута следует указать в записке, записку поместить под жгут

8) Максимальное время нахождения жгута на конечности не должно превышать 60 минут в теплое время года и 30 минут в холодное.

9) После наложения жгута конечность следует обездвижить и укутать доступными способами.

Рана

При любой ране необходимо

1. остановить кровотечение;

2. наложить повязку на свежую рану. Лучшей является асептическая повязка из стерильной марли, поверх которой накладывается вата и закрепляющий бинт. При наложении повязки надо соблюдать определенные правила:

– рану не следует обмывать, можно омыть края раны (спиртом, одеколоном), протирая кожу по направлению от раны.

– если в рану попали кусочки дерева, земля и т.п., то вынимать их самим можно в том случае, когда они находятся на поверхности.

– при смене повязки не следует отрывать присохшую марлю от раны: надо приподнять края марли и полить рану перекисью водорода, раствором марганцовки или хотя бы кипяченой теплой водой.

Ожог

Ожог – повреждение тканей, вызванное действием высокой температуры, химических веществ, электрического тока и ионизирующего излучения. В соответствии с этим различают термические, химические, электрические и лучевые ожоги. Различают 4 степени ожога. Площадь ожога можно определить правилом ладони, которая составляет 1 % площади поверхности тела человека.

При ожоге необходимо

1. устранить причины, вызвавшие ожог;
2. в области обожженного места одежду разрезать и осторожно снять, а прилипшие к коже куски материи коротко обрезать ножницами по краям;
3. если ожог вызван химическими веществами, следует сразу же струей холодной воды обмыть (в течение 15–20 минут) обожженные участки тела.

При обширных ожогах после наложения повязок, пострадавшего надо срочно доставить в больницу.

Химический ожог – поражение тканей человеческого организма при воздействии на них агрессивных веществ, обладающих определенными разрушающими свойствами в отношении органики.

Вызывают ожог как органические, так и не органические вещества в разном агрегатном состоянии (газообразное, жидкое, твердое). К таким веществам относятся щелочи, соли тяжелых металлов, кислоты, агрессивных жидкостей.

Важная особенность химических ожогов – разрушающий эффект от контакта с химикатом не прекращается при его удалении с кожи. Необходимо именно инактивировать химикат, только в этом случае прервется реакция.

Алгоритм первой помощи при химических ожогах

1. Как можно скорее устранить химическое вещество с поверхности кожи. Если контакт с химикатом происходит через ткань, необходимо быстро снять одежду.

2. Если речь идет о порошковом химикате, перед промыванием требуется удалить порошок (стряхнуть его или использовать подручные средства).

3. Нельзя пытаться удалить агрессивное вещество салфеткой, губкой, тряпкой и тем более рукой (даже во время промывания водой). Даже незначительные нажатия способствуют более глубокому проникновению химиката, что усугубит последствия.

4. Для устранения остатков химического вещества, пораженную область необходимо в течение 15-20 минут промывать проточной холодной воды. При запоздалой реакции и интенсивных болевых ощущениях, длительность промывания увеличивается до 40-45 минут (при ожогах щелочами до нескольких часов). Если промывание не дает положительных результатов, процедуру повторяют.

5. После оказания первой помощи, человека необходимо вывести на свежий воздух или сразу открыть в помещении окна.

6. Вызвать к пострадавшему врача, в неотложных случаях – скорую помощь

Первая помощь при отравлении

Отравление – системное поражение организма вследствие попадания внутрь ядовитых веществ.

Вредные вещества могут проникнуть в организм через рот, дыхательные пути или кожные покровы. При отравлении страдают все функции

организма, но наиболее сильно страдает деятельность нервной, пищеварительной и дыхательной систем. В тяжелых случаях нарушение функций жизненно важных органов может привести к летальному исходу, в связи с чем первая помощь при отравлении чрезвычайно важна.

Общие правила оказания первой помощи при отравлениях ядовитыми веществами

1. прекратить контакт с ядовитым веществом;
2. как можно быстрее вывести яд из организма;
3. поддержать жизненно важные функции организма, в первую очередь дыхательную и сердечную деятельность;
4. в случае необходимости провести реанимационные мероприятия (закрытый массаж сердца, искусственное дыхание);
5. вызвать к пострадавшему врача, в неотложных случаях – скорую помощь.

Отравление отравления летучими веществами

Человека в сознании необходимо вывести на чистый воздух, ослабить тугую одежду.

Если есть возможность, дать прополоскать рот и горло раствором соды (1 ст. л. на стакан воды).

В том случае, если сознание отсутствует, следует уложить пострадавшего с приподнятой головой и обеспечить приток воздуха. Необходимо проверить пульс и дыхание, и в случае их нарушения, проводить реанимационные мероприятия до стабилизации сердечной и дыхательной деятельности или до приезда скорой помощи.

Обморок

Обморок – внезапное головокружение, слабость, онемение рук и ног, тошнота, слабый пульс, кратковременная потеря сознания, наступающие вследствие острого малокровия мозга.

При появлении таких признаков необходимо:

1. срочно вызвать врача;
2. до прихода врача;
- 3) пострадавшего положить так, чтобы голова была ниже туловища,
- 4) пояс и воротник расстегнуть;
- 5) к ногам положить грелки или растереть ноги жесткой тканью;
- 6) обеспечить приток воздуха;
- 7) обрызгать его лицо холодной водой.

Индивидуальное задание

Изучите теоретический материал. Систематизируйте полученные знания путем заполнения таблицы, закрепите изученный материал с помощью решения ситуационных задач и теста.

Задание 1. Заполнить таблицу

Виды поражения – отравление угарным газом, утопление, ушиб, вывих, наружное кровотечение (артериальное, венозное, смешанное), рана, ожог (термический, химический), отравление (ядовитыми веществами, летучими веществами), обморок.

Таблица 1.1

Вид повреждения	Особое внимание	Первая помощь

Задание 2. Дать письменный алгоритм оказания первой помощи

1. Пострадавший обнаружен на месте происшествия. Общее состояние тяжелое, кожные покровы бледные, на ощупь влажные. Отмечается повреждение мягких тканей средней трети правого бедра. Из раны отмечается обильное кровотечение пульсирующего характера, кровь ярко-красного цвета.

2. Пострадавший во время аварии на заводе получил удар по голове во время обрушения цеха, был засыпан землей. При осмотре пострадавший без сознания, сердечная деятельность сохранена, дыхание отсутствует.

3. У человека отмечается бледность, потливость, расширение зрачков. Затем потеря сознания.

4. На руки пострадавшего попал кипяток. Жалуется на сильные боли, наблюдается изменение цвета кожных покровов кисти.

Задание 3. Выполнить тест (один правильный ответ)

1. *Промывание желудка при отравлении в порядке первой помощи (немедицинским персоналом и без желудочного зонда) запрещено:*

1. При отравлениях у несовершеннолетних детей.
2. При отравлениях у лиц, не имеющих при себе документов, удостоверяющих личность.

3. При отравлениях кислотами, щелочами, нефтепродуктами, при судорогах, в случае потери сознания пострадавшим.

2. *Какие из мероприятий по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи совершаются в порядке осмотра места происшествия?*

1. Придание правильного транспортного положения и организация транспортировки пострадавшего.

2. Определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья; определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего; оценка количества пострадавших.

3. Устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья; прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего.

3. *Первым действием (первым этапом) при оказании первой помощи является:*

1. Правильная транспортировка пострадавшего.
2. Предотвращение возможных осложнений.
3. Прекращение воздействия травмирующего фактора.

4. *Вторым действием (вторым этапом) при оказании первой помощи является:*

1. Предотвращение возможных осложнений.

2. Устранение состояния, угрожающего жизни и здоровью пострадавшего.

3. Правильная транспортировка пострадавшего.

5. *Третьим действием (третьим этапом) при оказании первой помощи является:*

1. Прекращение воздействия травмирующего фактора.

2. Предотвращение возможных осложнений.

3. Правильная транспортировка пострадавшего.

6. *Способы временной остановки кровотечения:*

1. Частичное сгибание конечности, наложение пластыря, наложение давящей повязки.

2. Придание возвышенного положения конечности, наложение асептической повязки.

3. Пальцевое прижатие, максимальное сгибание конечности, наложение жгута (закрутки), наложение давящей повязки.

7. *В каком порядке проводятся мероприятия первой помощи при ранении?*

1. Обеззараживание раны, наложение повязки, остановка кровотечения.

2. Остановка кровотечения, обеззараживание раны, наложение повязки.

3. Остановка кровотечения, наложение повязки.

8. *Что необходимо сделать при ожоговой ране?*

1. Смазать рану маслом, наложить повязку.

2. Очистить рану и промыть ее холодной водой.

3. Наложить чистую увлажненную повязку.

9. *При повреждении костей предплечья или голени шину накладывают:*

1. С захватом двух суставов (выше и ниже места перелома).

2. С захватом трех суставов.

3. С захватом только верхнего (по отношению к месту перелома) сустава.

10. *Как оказать помощь пострадавшему при ожоге отдельных участков тела щелочными растворами?*

1. Промыть пораженный участок водой, смазать жирным кремом, наложить повязку из чистой ткани.

2. Обработать пораженное место 1-2% уксусной или лимонной кислоты, наложить антисептическую повязку.

3. Промыть мыльным или 2% раствором соды, , наложить антисептическую повязку.

11. *В мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи не входит:*

1. Определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего.

2. Вызов скорой помощи.

3. Прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего.

12. Для венозного кровотечения характерно:

1. Быстрое и обильное кровотечение.
2. Ярко красный цвет крови.
3. Кровь темно красного или бордового цвета ровно вытекает из раны.

13. Оптимальный срок оказания первой помощи:

1. До 60 минут, а в случае остановки сердца до 10 минут
2. До 30 минут, а в случае остановки сердца до 5 минут
3. До 15 минут

14. Наиболее опасное кровотечение:

1. Смешанное.
2. Артериальное.
3. Венозное.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

Цель работы: изучить средства индивидуальной и коллективной защиты населения при чрезвычайных ситуациях.

1. Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты людей от попадания радиоактивных и отравляющих веществ, а также бактериальных агентов внутрь организма, на кожные покровы и одежду.

Классификация средств индивидуальной защиты:

- по характеру воздействия;
- по принципу защиты;
- по способу изготовления: изготовленные промышленностью и изготовленные населением из подручных материалов.

По характеру воздействия СИЗ делятся на:

- средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи;
- медицинские средства защиты.

Средства индивидуальной защиты могут быть табельные, обеспечение которыми предусматривается табелями (номерами) оснащения в зависимости от организационной структуры формирований, и нетабельные, предназначенные для обеспечения формирований в дополнение к табельным средствам или в порядке их замены.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) предназначены для того, чтобы предохранить от вдыхания и попадания в организм человека вредных веществ (аэрозолей, газов, паров) и/или от недостатка кислорода (содержание кислорода в воздухе менее 18%).

К СИЗОД относятся: противогазы; респираторы; дыхательные аппараты; противопыльные тканевые маски; ватно-марлевые повязки.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания по принципу защиты подразделяют на два вида:

1) фильтрующего действия. В фильтрующих аппаратах данного класса воздух из окружающей среды проходит через набор фильтров, после чего подаётся к органам дыхания. Самый простой вариант фильтрующего дыхательного аппарата – марлевая повязка, респиратор. Самый известный – противогаз;

2) изолирующего типа. Средства индивидуальной защиты органов дыхания способны обеспечивать органы дыхания человека необходимым количеством свежего воздуха независимо от состава окружающей атмосферы. К ним относят: автономные дыхательные аппараты, обеспечивающие органы дыхания человека дыхательной смесью из баллонов со сжатым воздухом или сжатым кислородом, либо за счет регенерации кислорода с помощью кислородсодержащих продуктов; шланговые

дыхательные аппараты, с помощью которых чистый воздух подается к органам дыхания по шлангу от воздуходувок или компрессорных магистралей.

В отличие от фильтрующих, изолирующие дыхательные аппараты не связаны с атмосферой, так как имеют собственный запас кислорода или воздуха. Благодаря этому в таких дыхательных аппаратах возможно проведение работ в малоокислородной среде (например, на месте пожара или в воде). Аппараты данного вида разделяются на два класса:

- открытого цикла. Продукты выдоха в этом случае отводятся в атмосферу;

- замкнутого цикла. Углекислый газ, выделяющийся в процессе дыхания, поглощается химическим составом, обогащается кислородом и подаётся на вдох. Возможное время работы в таком снаряжении в несколько раз больше, чем в аппаратах открытого цикла. Однако такие аппараты сложнее в обслуживании и эксплуатации.

Наиболее надежное средство защиты органов дыхания – противогаз, который предназначен для защиты органов дыхания, лица, глаз, а иногда и кожи головы от вредных примесей, а также болезнетворных микробов. Все противогазы по принципу действия подразделяются на фильтрующие и изолирующие. Человек, надевший фильтрующий противогаз, дышит предварительно очищенным воздухом, а надевший изолирующий – смесью кислорода, находящегося в баллоне, и выдыхаемого воздуха после его очистки от влаги и углекислого газа.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли.

Противопылевые маски защищают органы дыхания от аэрозолей различных видов, противогазовые – от вредных паров и газов, газопылезащитные – от газов, паров и аэрозолей.

Когда нет ни противогаза, ни респиратора, можно воспользоваться простейшими средствами защиты органов дыхания – ватно-марлевой повязкой и противопыльной тканевой маской (ПТМ). Они защищают органы дыхания человека (а ПТМ – кожу лица и глаза) от радиоактивной пыли, вредных аэрозолей, бактериальных средств.

К **средствам защиты кожи** относятся: защитные комплекты; комбинезоны и костюмы, изготовленные из специальной прорезиненной ткани; накидки; резиновые сапоги и перчатки.

По своему назначению средства защиты кожи делятся на: специальные (табельные) и подручные. Специальные средства защиты кожи предназначаются для защиты личного состава формирований при проведении им спасательных и аварийно-восстановительных работ в очагах ядерного, химического и бактериологического поражения (разрушения, аварий и катастроф).

По принципу защитного действия они бывают: изолирующие (воздухонепроницаемые); фильтрующие (воздухопроницаемые).

Конструктивно эти средства защиты выполнены в виде курток с капюшонами, полукомбинезонов и комбинезонов.

Простейшие средства защиты кожи (подручные средства) – прежде всего, производственная одежда: куртки, брюки, комбинезоны, халаты с капюшонами, сшитые в большинстве своем из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Брезентовые изделия, например, защищают от капельно-жидких аварийно-химически опасных веществ (АХОВ) зимой до 1 ч., летом – до 30 мин.

Из предметов бытовой одежды наиболее пригодны для этой цели плащи и накидки из прорезиненной ткани или ткани, покрытой хлорвиниловой пленкой, в комплекте с ватно-марлевой повязкой или ПТМ. Защиту могут обеспечить также и зимние вещи: пальто из грубого сукна или драпа, ватники, дубленки, кожаные пальто. Эти предметы могут защищать до 2 ч.

Для защиты ног лучше всего использовать резиновые сапоги промышленного или бытового назначения, резиновые боты и галоши. На руки следует надеть резиновые или кожаные перчатки, можно рукавицы из брезента. На голову повязать платок или надеть шапку.

Чтобы одежда лучше защищала от паров и аэрозолей АХОВ, ее нужно пропитать специальным раствором. Пропитке подлежит только одежда из тканевых материалов. Пропиточный раствор может готовиться на основе моющих веществ, применяемых при стирке белья.

Медицинские средства индивидуальной защиты – это медицинские препараты, материалы и специальные средства, предназначенные для использования в ЧС с целью предупреждения поражения или снижения эффекта воздействия поражающих факторов и профилактики осложнений.

К медицинским средствам индивидуальной защиты относятся:

1. аптечка индивидуальная АИ-1, 2, 3, 3с предназначена для профилактики и первой медпомощи при радиационном, химическом и бактериальном поражениях, а также при их комбинациях с травмами;
2. универсальная аптечка бытовая для населения, проживающего на радиационно-опасных территориях;
3. индивидуальные противохимические пакеты – ИПП-8, ИПП-10, ИПП-11;
4. пакет перевязочный индивидуальный – ППИ.

К табельным МСИЗ относятся аптечка индивидуальная (АИ-2), индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8, ИПП-10, ИПП-11), пакет перевязочный индивидуальный (ППИ).

Аптечка индивидуальная АИ-2 выдается военнослужащим при локальной или крупномасштабной войне; спасателям при авариях в мирное или военное время и т.п.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-11 предназначен для обеззараживания участков кожи, прилегающей к ним одежды и СИЗ, населения старше 7-летнего возраста от отравляющих веществ.

Последовательность обработки: смоченным тампоном протереть открытые участки кожи (шея, кисти рук), а также наружную поверхность

маски противогаза, который был надет. Другим тампоном протереть воротничок и края манжет одежды, прилегающие к открытым участкам кожи. Дегазирующую жидкость можно использовать при дезактивации кожных покровов, загрязненных радиоактивных веществ, когда не удастся водой и мылом снизить наличие радиоактивных веществ до допустимых пределов.

Пакет перевязочный индивидуальный медицинский (ППИ) применяется ППИ для перевязки ран, ожогов и остановки некоторых видов кровотечения. Представляет собой стерильный бинт с двумя ватно-марлевыми подушечками (особенно необходимы при сквозных ранениях), заключенными в непроницаемую герметическую упаковку. Порядок пользования ППИ: разорвать по надрезу наружную оболочку и снять ее; развернуть внутреннюю оболочку; одной рукой взять конец, а другой – скатку бинта и развернуть повязку; на раневую поверхность накладывать так, чтобы их поверхности, прошитые цветной ниткой, оказались наверху.

2. Средства коллективной защиты

Средства коллективной защиты (СКЗ) населения – это различные устройства и конструкции, которые используются для уменьшения воздействия чрезвычайной ситуации на большое количество людей.

Укрытие в защитных сооружениях – один из наиболее надежных способов защиты населения от воздействия АХОВ при авариях на химически опасных объектах; от радиоактивных веществ при авариях на АЭС; во время стихийных бедствий: бурь, ураганов, смерчей, снежных заносов; в случае применения оружия обычных видов и современных средств массового поражения.

К защитным сооружениям относят убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия.

Защитные сооружения по месту расположения могут быть встроенными, расположенными в подвалах и цокольных этажах зданий и сооружений, и отдельно стоящими, сооружаемыми вне зданий и сооружений. Размещают их возможно ближе к местам работы или проживания людей.

По срокам строительства защитные сооружения подразделяются на построенные заблаговременно, то есть в мирное время, и быстровозводимые, которые сооружаются в предвидении каких-либо чрезвычайных ситуаций (событий) или при возникновении военной угрозы.

Убежища – это защитные сооружения герметического типа, защищающие от всех поражающих факторов ЧС мирного и военного времени. В убежище укрывающиеся люди не используют средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

Убежища состоят из основных помещений (отсеков и тамбур-шлюзов), а также вспомогательных – фильтровентиляционных камер,

санитарных узлов, дизельных электростанций, защищённых входов и выходов. Убежище оборудуется системой освещения, аппаратурой связи и оповещения. Водоснабжение осуществляется от наружной водопроводной сети, а также создаётся аварийный запас питьевой воды в ёмкостях. Снабжение помещения наружным воздухом обеспечивается в двух режимах: чистая вентиляция (очищение от радиоактивной пыли) и фильтро-вентиляция (очищение от отравляющих веществ и бактериальных средств).

При создании убежища рассчитывается не менее 0,5 м² на человека. По вместимости убежища подразделяются: малой вместимости – 15-600 человек; средней вместимости – 600-2000 человек; большой вместимости – более 2000 человек.

В тех случаях, когда убежищ недостаточно, их заполнение может производиться с переуплотнением. Тогда людей размещают не только в основных отсеках, но и в коридорах, проходах, тамбурах-шлюзах. В подобных условиях пребывание в защитном сооружении должно быть непродолжительным.

Нормативное время укрытия населения в убежищах – 2 суток.

Заполнение убежища и правила поведения в нем

1. Население укрывается в защитных сооружениях в случае аварии на АЭС, химическом предприятии, при стихийных бедствиях (смерч, ураган) и возникновении военных конфликтов.

2. Маршруты движения обозначены указателями, установленными на видных местах. Чтобы не допустить скопления людей в одном месте и разделить потоки, на путях движения обычно назначают несколько маршрутов, расчищают территорию, освобождают от всего, что может служить помехой.

3. В убежище лучше всего размещать людей группами – по цехам, бригадам, учреждениям, домам, улицам, обозначив соответствующие места указателями. В каждой группе назначают старшего.

4. Тех, кто прибыл с детьми, размещают в отдельных отсеках или в специально отведенных местах. Престарелых и больных стараются устроить поближе к воздухопроизводящим вентиляционным трубам.

5. В убежище (укрытие) люди должны приходить со средствами индивидуальной защиты, продуктами питания и личными документами. Нельзя приносить с собой громоздкие вещи, сильно пахнущие и воспламеняющиеся вещества, приводить домашних животных.

6. В защитном сооружении запрещается ходить без надобности, шуметь, курить, выходить наружу без разрешения коменданта (старшего), самостоятельно включать/выключать электроосвещение, оборудование, открывать защитно-герметические двери, зажигать керосиновые лампы, свечи, фонари. Необходимо соблюдать тишину.

7. Укрываемые должны строго выполнять все распоряжения звена по обслуживанию убежища (укрытия), соблюдать правила внутреннего распорядка, оказывать помощь больным, инвалидам, женщинам и детям.

8. Отдых в защитном сооружении организуется посменно, чтобы при длительном пребывании каждый мог отдохнуть лежа. В первую очередь отдыхают престарелые, дети и больные.

9. Прием пищи желательно производить тогда, когда вентиляция отключена. Предпочтительнее продукты без острых запахов и по возможности в защитной упаковке (в пергаментной бумаге, целлофане, различного вида консервы). Рекомендуются следующий набор для дневной нормы питания взрослого человека: сухари, печенье, галеты в бумажной или целлофановой упаковке; мясные или рыбные консервы, готовые к употреблению; конфеты, сахар-рафинад. Для детей, учитывая их возраст и состояние здоровья, лучше брать сгущенное молоко, фрукты, фруктовые напитки и др. Продукты и воду хранят в плотно закрывающейся таре, чтобы обеспечить их защиту от различных видов загрязнений (радиоактивных, химических).

10. Для всех укрываемых, за исключением детей, больных и слабых, на время пребывания в защитном сооружении следует установить определенный порядок приема пищи, например, 2-3 раза в сутки, и в это время раздавать воду, если она лимитирована.

11. Медицинское обслуживание проводится силами санитарных постов и медпунктов предприятий, организаций и учреждений, в чьем распоряжении находится убежище.

12. В случае необходимости, комендант может привлечь любого из укрываемых к работам по устранению каких-либо неисправностей, поддержанию чистоты и порядка.

13. После заполнения убежища, по распоряжению коменданта, личный состав звена закрывает защитно-герметические двери, ставни аварийных выходов и регулировочные заглушки вытяжной вентиляции, включает фильтровентиляционный агрегат на режим чистой вентиляции.

14. Уборка помещения производится два раза в сутки самими укрываемыми по указанию старших групп. При этом санитарные узлы обязательно обрабатывают дезинфицирующим раствором. Технические помещения убирает личный состав звена по обслуживанию убежища. Пол в укрытии надо периодически смачивать водой, а через 2-3 суток все поверхности ПРУ и предметы в нем протираются мокрой тряпкой.

15. В случае обнаружения проникновения вместе с воздухом ядовитых или отравляющих веществ, укрываемые немедленно надевают средства защиты органов дыхания, а убежище переводится на режим фильтровентиляции.

16. При возникновении вблизи убежища пожаров или образовании опасных концентраций АХОВ, защитное сооружение переводят на режим полной изоляции и включают установку регенерации воздуха, если такая имеется.

17. Время пребывания населения в защитных сооружениях определяется штабами ГО объектов. Выход из убежища без разрешения

коменданта запрещается. При вынужденном выходе на зараженную местность нужно надевать индивидуальные средства защиты, при возвращении в укрытие – стряхнуть пыль с верхней одежды, головного убора и обуви вне укрытия, осторожно снять их и оставить в тамбуре.

18. Эвакуация укрываемых из убежища производится в такой последовательности: сначала на поверхность выходят несколько человек, чтобы оказать помощь тем, которые не могут выйти самостоятельно, затем эвакуируются пострадавшие, престарелые и дети, а после них – все остальные.

Противорадиационные укрытия обеспечивают защиту населения от радиоактивного заражения, светового излучения, уменьшают воздействие ударной волны, значительно снижают воздействие проникающей радиации, а также защищают от полива жидкими отравляющими веществами и частично от химических и биологических аэрозолей.

В качестве противорадиационных укрытий, в первую очередь, используются подвалы зданий, подполья домов, погреба, овощехранилища, подземные горные выработки, помещения жилых и производственных зданий, специально приспособленные и оборудованные для размещения укрываемых. Все укрытия и приспособленные под укрытия подвалы и другие помещения обозначаются так же, как и убежища. Вместимость противорадиационных укрытий: 5-50, 50-600, 600-2000, 2000 и более человек.

Нормативное время укрытия населения в противорадиационных укрытиях – 2 суток.

Простейшие укрытия – это сооружения, обеспечивающие частичную защиту укрываемых от светового излучения и обломков разрушенных зданий, а также снижающее воздействие проникающей радиации, ударной волны ядерного взрыва и радиоактивных излучений на зараженной местности.

К простейшим укрытиям относятся щели, траншеи, окопы, блиндажи, землянки и т.д. Все эти сооружения максимально просты, возводятся с минимальными затратами времени и материалов. Вместимость простейших укрытий составляет 10-60 человек.

Щель может быть открытой и перекрытой. Она представляет собой ров глубиной 1,8 - 2 м, шириной по верху 1 - 1,2 м, по низу 0,8 м. Обычно щель строится на 10 - 40 человек. Каждому укрываемому отводится 0,5 м. Устраиваются щели в виде расположенных под углом друг к другу прямолинейных участков, длина каждого из которых не более 10 м. Входы делаются под прямым углом к примыкающему участку. Перекрытие щели делается из бревен, брусьев, железобетонных плит или балок. Сверху укладывают слой мятой глины или другого гидроизоляционного материала (рубероида, толя и т.д.) и все это засыпается слоем грунта 0,7-0,8 м.

Нормативное время укрытия населения в укрытиях – в период действия обычных средств поражения – 1 сутки.

Индивидуальное задание

Изучите теоретический материал. Систематизируйте полученные знания путем заполнения таблиц, закрепите изученный материал с помощью контрольных вопросов и теста

Задание 1. Заполнить таблицы

Таблица 2.1

СИЗ – это ...		
Виды	Назначение	Примеры

Таблица 2.2

Назначение	Вместимость	Нормативное время укрытия

Задание 2. Дать письменные ответы на вопросы

1. На какие группы делятся средства индивидуальной защиты?
2. Опишите назначение и состав АИ-2
3. Опишите устройство убежища
4. Что необходимо взять с собой, направляясь в убежище?
5. Назовите основные обязанности укрываемых в убежище.
6. Что запрещается делать укрываемым в убежище?
7. Какие помещения пригодны для противорадиационных укрытий?

Задание 3. Выполнить тест (может быть один или несколько правильных ответов)

1. От каких опасностей защищают коллективные средства защиты?
 - а) от действия отравляющих веществ и биологических средств
 - б) от действия ядерного оружия
 - в) от действия обычного оружия
 - г) от действия радиоактивных веществ
 - д) все выше перечисленное

2. Что относится к индивидуальным средствам защиты органов дыхания?

- а) общевойсковой защитный комплект
- б) противогаз
- в) аптечка АИ-1, АИ-2
- г) вентилируемый блиндаж
- д) противопыльная тканевая маска

3. К средствам коллективной защиты относятся:

- а) убежища
- б) укрытия
- в) противогазы
- г) респираторы
- д) блиндажи

4. Что является подручным средством защиты органов дыхания

- а) любая ткань, носовой платок
- б) противогаз
- в) ватно-марлевая повязка
- г) противопыльная тканевая маска
- д) куртка с капюшоном

5. Что относится к индивидуальным медицинским средствам защиты?

- а) респиратор
- б) ватно-марлевая повязка
- в) индивидуальная аптечка
- г) легкий защитный костюм
- д) индивидуальный противохимический пакеты

6. Изолирующий противогаз предназначен для защиты

- а) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих веществ и радиоактивных веществ
- б) глаз и кожи лица от отравляющих веществ и биологических средств
- в) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих веществ и биологических средств
- г) органов дыхания, кожи лица и глаз от отравляющих веществ, радиоактивных веществ и биологических средств
- д) органов дыхания от отравляющих веществ, радиоактивных веществ и биологических средств

7. Назовите группы СИЗ организма человека по характеру их воздействия:

- а) средства защиты кожи
- б) средства защиты слизистых оболочек
- в) средства защиты органов дыхания

- г) химические средства защиты
- д) медицинские средства защиты

8. Защитные сооружения, которые максимально просты и возводятся с минимальными затратами времени и материалов, – это

- а) убежища
- б) противорадиационные укрытия
- в) простейшие укрытия
- г) сооружения индивидуальной защиты
- д) сооружения химической защиты

9. По принципу защиты СИЗОД подразделяются на

- а) средства защиты органов дыхания; средства защиты кожи; медицинские средств защиты
- б) фильтрующие; изолирующие
- в) открытого цикла; замкнутого цикла
- г) промышленные; из подручных материалов
- д) коллективные; индивидуальные

10. Системы жизнеобеспечения убежища должны гарантировать непрерывное пребывание в них расчётного количество укрываемых в течение:

- а) 1 суток
- б) 3 суток
- в) неограниченного времени
- г) 2 суток
- д) 5 суток

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ДЕМЕРКУРИЗАЦИЯ

Цель работы: Изучить вредное воздействие на человека ртути и ее соединений; а также действия по демеркуризации с соблюдением мер безопасности.

Термины

Абсорбция – поглощение вещества из газовой или жидкой среды всей массой другого вещества (абсорбента).

Адсорбция – поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости.

Амальгамы – жидкие или твердые сплавы ртути с другими металлами.

Антидоты (противоядия) – химические соединения, способные обезвреживать попавшие в организм яды или отравляющие вещества.

Демеркуризаторы – вещества, которые вступают в химическое взаимодействие с металлической ртутью и (или) ее соединениями, в результате чего образуются малотоксичные продукты.

Демеркуризация – удаление ртути и ее соединений физико-химическими или механическими способами с целью исключения отравления людей и животных.

Десорбция – удаление из жидкостей или твердых тел веществ, поглощенных при адсорбции и абсорбции.

Критерии эффективности демеркуризации – снижение загрязненности аварийных объектов до допустимых норм.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) – концентрация, которая при ежедневном воздействии на человека в течение длительного времени не вызывает патологических изменений или заболеваний.

Основные свойства ртути

Ртуть (Hg) – это блестящий, серебристо-белый, жидкий, тяжелый металл. Заметно испаряется при комнатной температуре, при повышении температуры скорость испарения сильно возрастает. Пары ртути тяжелее воздуха в 7 раз. Растворяет золото, серебро, цинк, образуя твердые растворы амальгамы. Железо, кобальт, никель в ртути не растворяются. Ртуть активно реагирует с сероводородом, а полученный сульфид ртути – нерастворимое нетоксичное соединение, которое выводится из организма. На базе этого разработан антидот. Ртуть хорошо растворяется в азотной кислоте. В холодной и горячей воде ртуть практически не растворяется. Ртуть и ее пары хорошо сорбируются на всех без исключения конструкционных материалах, по степени воздействия на организм она относится к первому классу опасности.

Воздействие ртути на организм человека

Основным путем поступления ртути в организм человека, приводящим к развитию острых и хронических отравлений, является ингаляционный. Соли

ртути могут проникать и через кожные покровы. Пары ртути не обладают ни цветом, ни вкусом, ни запахом, не оказывают немедленного раздражающего действия на организм человека. Острые отравления людей возможны при концентрации паров ртути в воздухе в пределах 0,13-0,80 мг/м³.

Пары и соединения ртути чрезвычайно ядовиты, легко сорбируются легочной тканью, поражают нервную систему, могут вызвать тяжелое отравление. Ртуть имеет свойство накапливаться в организме. Поэтому при воздействии даже в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, ее пары могут вызвать необратимые изменения. Поражающее действие проявляется через определенный промежуток времени (при остром отравлении — через 8–24 ч.). Ртуть выделяется из организма через почки, кишечник, слюнные и потовые железы. Отравление возможно как от паров ртути, так и ее соединений.

Симптомы поражения при концентрациях, выше допустимой: головокружение, общая слабость, кровоточивость десен, повышенное выделение слюны, потливость, боли при глотании, бледность кожных покровов.

При тяжелых формах хронического отравления наблюдается воспаление слизистой полости рта (часто гнойного характера), поражение нервной системы выражается в виде дрожания кистей рук, переходящего затем на веки и губы. Наблюдаются параличи, боли, особенно в суставах. При острых отравлениях больной ощущает металлический привкус во рту, изменяется окраска полости рта, возникает потеря аппетита, тошнота, рвота. Возможен шок, летальный исход наступает в течение 6-10 суток.

Источники ртутной интоксикации

Ртуть широко применяется в электротехнике, электронике, приборостроении, металлургии и химии (термометры, барометры, лампы дневного света, кварцевые, ртутные лампы), в производстве хлора и щелочей, для получения металлов высокой чистоты, как катализатор в органической химии. Непосредственные выбросы ртутных паров в атмосферу, не создают повышенных концентраций в открытой атмосфере. Время жизни паров ртути в атмосфере определяется в 3–5 суток, после чего она в виде органических соединений закрепляется на уровне земной поверхности.

Таблица 3.1

Предельно-допустимые концентрации металлической ртути

ПДК	Ед. изм.	Значение
ПДК в населённых пунктах (среднесуточная)	мг/м ³	0,0003
ПДК воздуха в рабочей зоне (максимальная разовая)	мг/м ³	0,01
ПДК сточных вод (для неорганических)	мг/мл	<0,005

соединений в пересчете на двухвалентную ртуть)		
ПДК водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения	мг/л	0,0005
ПДК в почве	мг/кг	2,1

Сбор пролитой ртути

Ртуть обладает высоким поверхностным натяжением, и как следствие, большой подвижностью, что затрудняет ее сбор механическими способами. При сметании ртути происходит ее дробление с образованием частиц, принимающих форму шара. С уменьшением размеров капель металлической ртути поверхность испарения увеличивается. Сбор ртути проводится от периферии загрязненного участка к его центру. Поиск скрытых источников ртутного заражения проводится только после тщательного сбора видимой ртути. Недопустимо ограничиваться осмотром только видимых участков. Если помещение расположено на первом этаже здания, необходимо провести обследование подвальных помещений с целью механического сбора пролитой ртути и последующей обработки грунта демеркуризаторами.

Для сбора небольших количеств ртути рекомендуются различные конструкции пипеток. Большие количества пролитой ртути рекомендуется засасывать в толстостенную склянку с помощью водоструйного насоса или бытового пылесоса. Допускается сметать капли ртути мокрой волосяной кистью или щеткой в эмалированный совок, извлекать депонированную ртуть из углублений и щелей при помощи полосок алюминиевой фольги или очищенной цинковой жести.

Очень мелкие (пылевидные) капельки ртути (до 1мм) могут собираться влажной фильтрованной или газетной бумагой. Бумага размачивается в воде до значительной степени разрыхления, отжимается и в таком виде употребляется для протирки загрязненных поверхностей. Капельки ртути прилипают к бумаге и вместе с ней переносятся в герметичную емкость.

Химическая демеркуризация

Самая тщательная уборка не обеспечивает полного извлечения ртути с зараженных поверхностей, так как капли могут задержаться в неровности поверхности, попадать в трещины покрытия. Поэтому вторым этапом проводимых работ является химическая демеркуризация, представляющая процесс воздействия на металлическую ртуть различными соединениями, которые снижают скорость испарения ртути путем перевода ее в оксиды и соли, а также облегчают ее последующее удаление с зараженных поверхностей.

Перед химической обработкой поверхности необходимо осуществить:

- сбор видимой металлической ртути;
- удаление продуктов коррозии (ржавчины);

- снятие старых некондиционных антикоррозионных покрытий.

К числу наиболее эффективных демеркуризаторов относятся:

• мыльно-содовый раствор (4% раствор мыла в 5% водном растворе соды);

- 20% водный раствор хлорида железа;
- 5–10% водный раствор полисульфида натрия или кальция;
- 20% водный раствор хлорной извести;
- 5–10% водный раствор соляной кислоты;
- 10% водный раствор сульфата меди или иодида калия.

Демеркуризаторы применяются обычно из расчета 0,15–1,0 л на 1 м².

Время обработки 1 м² загрязненной поверхности включает:

- нанесение демеркуризирующих растворов – 10 минут;
- экспозиция демеркуризации – от 8 до 48 часов;
- смыв и влажная уборка – 15 минут.

Различают три степени загрязнения конструкций ртутью:

- 1 (незначительная интенсивность) – содержание ртути не превышает 0,0001 мг в 1 г материала конструкции;
- 2 (средняя интенсивность) – 0,001 мг/г;
- 3 (высокая интенсивность) – 0,01 мг/г и выше.

В зависимости от глубины проникновения ртути в различные материалы и конструкции эти материалы или удаляют из помещений или производят депонирование с применением ртутьнепроницаемых составов: грунтовок, шпатлевок, эмалей и лаков. Способов и средств демеркуризации воды для питьевых целей нет. Разработана лишь технология обезвреживания сточных вод после демеркуризации.

Порядок проведения демеркуризации бытовых помещений

Рекомендуется следующий порядок:

- выявление источников, характера и объемов заражения;
- подготовка помещения к демеркуризации (вынос оборудования);
- механический сбор видимой металлической ртути;
- тщательная уборка помещений от пыли с интенсивным их проветриванием;
- применение химических демеркуризаторов и смывающих средств;
- интенсивное проветривание помещений, двухразовый контроль зараженности;
- при необходимости увлажнять удаляемый со стен, потолка и пола материал (штукатурку, подпольную засыпку и т.п.);
- складировать загрязненный ртутью мусор на водонепроницаемой подстилке (толь, рубероид) и своевременный (не позже 2–3 суток) вывоз его в места, отведенные для захоронения твердых отходов, закрепленным для

этого транспортом. После этого транспорт подвергается химической демеркуризации.

Влажная уборка объекта

Влажная уборка проводится на заключительном этапе ликвидации загрязнения объекта металлической ртутью после каждого этапа демеркуризации. Мытье поверхностей осуществляется нагретым до 70–80⁰С мыльно-содовым раствором с нормой расхода 0,5–1,0 л/м². Раствор готовится растворением 4% мыла в 5% водном растворе кальцинированной соды. Уборка завершается тщательной обмывкой поверхностей водопроводной водой и протиранием их ветошью насухо.

Требования безопасности при проведении демеркуризации

Запрещается:

- нахождение на зараженном ртутью объекте людей, не связанных с выполнением работ и не обеспеченных средствами индивидуальной защиты;
- принимать пищу, пить, курить, расстёгивать одежду и снимать средства индивидуальной защиты;
- выливать собранную ртуть в канализацию;
- содержать собранную ртуть вблизи нагревательных приборов;
- хранить собранную ртуть на объекте даже временно;
- все приспособления, используемые для сбора ртути и демеркуризации должны храниться на объекте до завершения работ в отдельных закрытых помещениях.

В качестве средств индивидуальной защиты использовать промышленные противогазы типа "Г", респираторы газо-пылезащитные – при демеркуризации относительно небольших количеств ртути на открытом воздухе, в подъездах жилых домов, в помещениях с открытыми окнами. Возможно применение и других респираторов.

После окончания работ люди должны:

- очистить одежду и обувь от пыли, резиновые сапоги обмыть водой (не снимая средств защиты);
- принять душ;
- прополоскать полость рта 0,025% раствором перманганата калия;
- почистить зубы.

Первая медицинская помощь

При выявлении признаков поражения необходимо выполнить следующие действия:

- покинуть опасную зону;
- очистить одежду и обувь от пыли.

До оказания врачебной помощи необходимо полоскать рот водным 5% раствором хлорида цинка. Пострадавшему необходимо обеспечить чистый воздух, покой и согревание. При раздражении верхних дыхательных путей

требуется вдыхание распыленного 2–5% раствора тиосульфата натрия, соды или буры. Глаза, нос и рот промываются 2% раствором соды.

Противоядием для ртути являются яичный белок и касторовое масло, которые необходимо применять внутрь. При отравлении солями ртути следует немедленно дать пострадавшему 3 сырых яйца в молоке (около 1 литра) и вызвать рвоту. При острых отравлениях ртутью и ее соединениями подкожно или внутримышечно вводится «УНИТИОЛ» (в течение 6–7 суток) и дается антидот «Metalloram», содержащий сероводород. Предварительно необходимо выпить 200–300 мл воды.

При тяжелых острых отравлениях пострадавшему вводится в желудок через зонд разведенная в 300 мл воды одна ложка уксусной эссенции, а затем – 100 мл антидота. Вместо уксусной эссенции можно использовать 1,5 г лимонной кислоты или 2 г виннокаменной соли. Через 10 минут желудок промывают слегка подкисленной водой до появления "чистой" воды (до нейтральной среды). Воду подкислять можно тем же противоядием. После этой процедуры вводится слабительное (растительного происхождения, синтетические средства или солевые растворы). При отсутствии антидота следует немедленно и неоднократно обильно промыть желудок водой с 20–30 г активированного угля или белковой водой, затем дать молоко (около 1 л), взбитый с водой яичный белок и, наконец, слабительное. Необходимо полоскать рот водным раствором бертолетовой соли или 5% раствором хлорида цинка. Пострадавшему необходим полный покой.

Хранение ртути

Хранение ртути, используемой в промышленных целях, производится в стальных баллонах, в количестве не более 35 кг в каждом, а также в толстостенных керамических или стеклянных баллонах емкостью 500 мл. В лабораторных условиях ртуть хранится в толстостенной стеклянной посуде с притертыми пробками на вакуумной смазке. Однако основным способом хранения является хранение в запаянных стеклянных ампулах по 30–40 мл в каждой, которые помещаются в сварные стальные коробки.

Индивидуальное задание

1. Законспектировать ответы на следующие вопросы:
 1. Основные свойства ртути и ее воздействие на организм человека.
 2. Источники ртутной интоксикации и порядок сбора пролитой ртути.
 3. Химическая демеркуризация и порядок ее проведения.
 4. Первая медицинская помощь.
2. Выполнить контрольный тест.

Контрольные тесты

1. Допускается ли перевозить ртуть и ртутьсодержащие вещества в стальной таре?
 - а) допускается.
 - б) не допускается.

2. Что такое абсорбция?

а) Поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела или жидкости.

б) Поглощение вещества из газовой или жидкой среды всей массой другого вещества.

в) поглощение вещества из газовой или жидкой среды твердым телом.

3. К какому классу опасности среди высокотоксичных веществ относятся ртуть?

а) 1

б) 2

в) 3

г) 4

4. В каком максимальном объеме помещения разбитый ртутный медицинский термометр может создать опасные для здоровья концентрации?

а) 20 м^3

б) 30 м^3

в) 60 м^3

г) 100 м^3

5. В какой кислоте ртуть хорошо растворима?

а) разбавленная серная кислота.

б) разбавленная соляная кислота.

в) разбавленная азотная кислота.

г) разбавленная фосфорная кислота.

6. При каких концентрациях паров ртути в воздухе возможны острые отравления людей?

а) $0,05\text{--}0,93 \text{ мг/м}^3$;

б) $0,13\text{--}0,80 \text{ мг/м}^3$;

в) $0,10\text{--}0,55 \text{ мг/м}^3$;

г) $0,28\text{--}0,45 \text{ мг/м}^3$.

7. Можно ли отнести ртуть к кумулятивным ядам?

а) да.

б) нет.

8. Через какое время проявляется поражающее действие ртути?

а) через 5–10 часов;

б) через 8–24 часа;

в) через 2–5 часов.

9. Назвать основной путь поступления металлической ртути в организм человека.

а) через органы дыхания;

б) через органы пищеварения;

в) через кожные покровы;

г) через слизистые оболочки.

10. Можно ли захоранивать отходы, загрязненные ртутью?

а) да, можно на городских свалках;

б) да, можно в местах захоронения твердых отходов;

- в) да, можно сбрасывать в водоемы;
- г) нет.

11. Указать рекомендуемую норму расхода мыльно-содового раствора при проведении влажной уборки в ходе демеркуризации.

- а) 0,2–0,3 л/м²;
- б) 0,3–0,5 л/м²;
- в) 0,5–1 л/м²;
- г) 1,0–1,5 л/м².

12. Какой раствор рекомендуется использовать для полоскания рта при обнаружении признаков поражения ртутью?

- а) раствор хлорида кальция;
- б) раствор хлорида цинка;
- в) раствор хлорида железа;
- г) раствор сульфида натрия.

13. Какой раствор рекомендуется использовать для полоскания рта по окончании демеркуризации?

- а) раствор хлорида кальция;
- б) раствор перманганата калия;
- в) раствор хлорида железа;
- г) раствор иодида калия.

14. Во сколько раз пары ртути тяжелее воздуха?

- а) в 5 раз;
- б) в 7 раз;
- в) в 10 раз;
- г) в 2 раза.

15. Взаимодействует ли ртуть с сероводородом?

- а) да;
- б) нет.

16. Способна ли ртуть сорбироваться на конструкционных материалах?

- а) да;
- б) нет.

17. Какой натуральный продукт является противоядием для ртути?

- а) молоко;
- б) кофе;
- в) яичный белок;
- г) апельсиновый сок;
- д) крепкий чай.

18. Через какие органы выделяется ртуть из организма?

- а) через почки;
- б) через органы дыхания;
- в) через печень.

19. При каких значениях концентраций (среднесуточная) паров ртути в помещении и населённых пунктах существует опасность для человека?

- а) 0,00001–0,00007 мг/м³;
- б) 0,0001–0,0002 мг/м³;

в) 0,0003–0,0005 мг/м³.

20. Где применяется ртуть?

- а) в электронике;
- б) металлургии;
- в) в производстве сахара;
- г) при переработке молока;
- д) в производстве хлора.

21. Признаки острого отравления ртутью?

- а) боли в коленях;
- б) сильный кашель;
- в) сонливость;
- г) тошнота, рвота;
- д) шок.

22. Время, отводимое на влажную уборку для обработки 1 м² поверхности после демеркуризации?

- а) 5 минут;
- б) 7 минут;
- в) 15 минут;
- г) 20 минут;
- д) 30 минут.

23. Какая должна быть экспозиция демеркуризации 1 м² загрязненной ртутью поверхности?

- а) 3 часа;
- б) 5 часов;
- в) 35 часов;
- г) 3 суток.

24. Когда необходимо проветривать помещение, загрязненное ртутью?

- а) до демеркуризации;
- б) после демеркуризации;
- в) в процессе демеркуризации;
- г) постоянно на всех этапах.

25. В каких баллонах можно хранить ртуть?

- а) в стеклянных;
- б) в медных;
- в) в стальных;
- г) из пластмассы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФИЦИТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ВИТАМИНОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И МЕРЫ ПО ЕГО ЛИКВИДАЦИИ

Цель работы – научиться выявлять дефицит витаминов и микроэлементов в своем организме, а также оценивать степень его опасности для здоровья и выбирать продукты питания, которые его ликвидируют.

Жизнь на нашей планете зарождалась в океане – растворе всевозможных элементов. Поэтому химические элементы таблицы Д.И. Менделеева, участвующие практически во всех биохимических процессах, в первую очередь составили основу всех организмов.

Из 92 химических элементов, встречающихся в природе, 81 обнаружен в организме человека. Из них 12 элементов называют структурными, так как они на 99% формируют элементный состав человеческого организма. Это кислород (65%), углерод (18%), водород (19%), азот (3%). Минеральные элементы: кальций, магний, калий, натрий, фосфор, сера, хлор, фтор. Иные химические элементы, также необходимы организму для нормальной работы, но в значительно меньших количествах.

Экологические условия (загрязнение среды тяжелыми металлами, истощение почвы отдельными микроэлементами и др.), социально-экономические условия жизни, экологическая безграмотность людей в вопросах питания вызывают дисбаланс микроэлементов в организме, что приводит к ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни.

Для нормальной работы организма очень важно сбалансированное питание, то есть в организм должно поступать определенное количество микроэлементов и витаминов. На занятии рассматриваются только некоторые витамины и микроэлементы, дефицит которых испытывает большинство граждан Республики Беларусь.

Микроэлементы и макроэлементы

Микроэлементы и макроэлементы – это химические элементы, необходимые для протекания жизненно важных процессов в живых организмах, хотя потребность в них невелика.

Кальций – важнейший макроэлемент, необходимый для нормальной жизнедеятельности организма. Хранилище кальция – желудок, кишечник, костная ткань. Он необходим для нормальной возбудимости нервной системы, участвует в процессе свертывания крови, активизирует сократительную функцию мышечной ткани. Суточная потребность взрослого человека – 800 мг; пожилого – 1000 мг.

Большое количество жира в пище, а также щавелевая кислота, обнаруживаемая в шоколаде, петрушке, шпинате, и листьях свеклы, могут помешать усвоению кальция.

Дефицит кальция может вызвать гипертонию, рак, заболевания центральной нервной системы и костной ткани.

Избыток кальция длительное время вызывает: заболевания почек, сосудов, приводит к уменьшению прочности костей.

Калий – это макроэлемент, который содержится в мышцах, особенно много его содержится в мышцах сердца. Он способствует выведению из организма воды, помогает избавиться от шлаков, является конкурентом радиоактивного цезия-137. Суточная потребность составляет 300–3000 мг.

Дефицит калия возникает: при эмоциональных и физических нагрузках, при недостаточном его количестве в продуктах питания, а также при злоупотреблении алкоголем, кофе, сахаром и мочегонными средствами. Длительный дефицит калия в организме вызывает: астению (психическое и физическое истощение), нарушение функции почек, заболевания сердечно-сосудистой и нервной систем.

Избыток калия длительное время вызывает: усиление мочеотделения.

Магний, макроэлемент, необходим для поддержания нормальной возбудимости нервной системы, а также функции сокращения мышц. При его недостатке появляются судороги в мышцах. Суточная потребность составляет 500–750 мг.

Дефицит магния в организме вызывает: заболевания центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, заболевания желудочно-кишечного тракта и мочекаменную болезнь.

Избыток магния вызывает: артериальную гипотонию, замедление пульса, расстройство работы желудка, нарушает дисбаланс микроэлементов, приводит к дефициту кальция и фосфора.

Железо, микроэлемент, содержится в костном мозге, селезенке, печени. Оно необходимо для образования эритроцитов и поддержания физиологических функций организма. Суточная потребность в железе составляет 10–20 мг для мужчин и 20–30 мг для женщин.

Дефицит железа вызывает малокровие, изменения в сердечной и скелетных мышцах, заболевания пищевода, а также иммунодефицитные состояния.

Избыток железа в первую очередь оказывает токсическое влияние на организм и усиливает воспалительные процессы.

Цинк, микроэлемент, можно обнаружить во всех органах и тканях, но больше всего его содержится в предстательной железе, коже, волосах, мышечной ткани и клетках крови. Суточная потребность в нём для организма человека составляет 10-15 мг в сутки. Роль цинка в работе человеческого организма невозможно переоценить, он участвует в метаболизме, способствует повышению иммунитета, обладает мощными антиоксидантными свойствами.

Дефицит цинка приводит к выпадению волос, ломкости ногтей, воспалительным процессам на коже (экзема, дерматит), а также к снижению массы тела и нарушению выработки половых гормонов.

Избыток цинка встречается крайне редко. Передозировка цинком при употреблении обычной еды невозможна. Это состояние возникает, когда человек использует большое количество обогащённых цинком добавок, как

следствие возникают боли в животе, тошнота, головная боль, головокружение и бессонница.

Йод, микроэлемент, необходим для построения гормонов щитовидной железы, его суточная потребность для человека колеблется от 90-250 мкг/сутки, в зависимости от возраста.

Дефицит йода приводит к хронической усталости, ослаблению иммунитета и как следствие, частым рецидивирующим простудным, вирусным, паразитарным и грибковым заболеваниям. При нехватке йода у женщин происходит нарушение менструального цикла. Также недостаточное поступление йода в организм человека приводит к гипотонии (снижение артериального давления), к нарушению работы сердечно-сосудистой системы, к снижению внимания, памяти, к депрессиям, апатии и пассивности. У детей нехватка йода приводит к снижению умственного, физического и полового развития, интеллектуальных способностей, памяти.

Избыток йода может привести к различным тяжёлым заболеваниям, например, остеопорозу, который возникает вследствие нарушений белкового обмена.

Витамины

Витамины – органические соединения химической природы, необходимые для питания человека и животных в очень малых количествах по сравнению с белками, жирами и углеводами, но имеющие огромное значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности.

Дефицит витаминов в рационе вызывается:

- *неправильным питанием;*
- *неправильной кулинарной обработкой и хранения пищевых продуктов.*

Внутренними причинами недостаточности витаминов являются:

- *угнетение кишечной микрофлоры, способной синтезировать ряд витаминов.*
- *заболевания желудочно-кишечного тракта, ведущие к нарушению всасывания витаминов из пищи (гепатиты, гастриты, холециститы и др.).*
- *нарушенный обмен веществ.*

Повышенная потребность организма в витаминах наблюдается в следующих случаях:

- *особые физиологические состояния организма (беременность, кормление грудью и др.).*
- *интенсивная физическая нагрузка, стрессовые состояния.*
- *действия вредных экологических факторов.*
- *инфекционные заболевания и интоксикации.*

Витамин С – это основной витамин овощей и фруктов. Он стимулирует многие физиологические процессы в организме, но главное его качество – то, что он необходим для производства белка коллагена. В организме человека он сохраняется только в течение четырёх часов, поэтому должен чаще поступать в организм.

Дефицит витамина С вызывает: подавление иммунной системы, рак, а также снижение устойчивости организма к инфекционным заболеваниям.

Избыток витамина С ускоряет развитие атеросклероза сонных артерий.

Витамины группы В (В₁–В₁₅) обеспечивают работу нервной, иммунной и других систем организма. Больше всего проблем в организме возникает при дисбалансе витаминов В₁ и В₆.

Витамин В₁ улучшает работу сердца, снижает количество подкожного жира и холестерина в крови.

Дефицит витамина В₁ вызывает утомляемость, боли в мышцах, атеросклероз, угнетение функций печени.

Витамин В₆ улучшает работу нервной и иммунной системы, системы кроветворения и печени.

Дефицит витамина В₆ вызывает раздражительность, потерю аппетита и сонливость.

Витамин А и каротин обеспечивают рост и развитие организма.

Дефицит витамина А вызывает подавление иммунной системы, заболевания дыхательных путей, кожи, органов зрения, а также желудочно-кишечного тракта.

Избыток витамина А вызывает обострение желчно-каменной болезни и хронического панкреатита.

Витамин Е обеспечивает стабильность мембран каждой клетки, влияет на функции половых и других эндокринных желез.

Дефицит витамина Е вызывает: сердечно-сосудистые заболевания, заболевания кровеносной системы и органов дыхания, а также заболеваний кожи.

Избыток витамина Е ведет к ухудшению заживления ран, но предупреждает инфаркты и инсульты благодаря разжижению крови.

Витамин D способствует усвоению кальция и фосфора из кишечника, которые необходимы для нормального образования костей.

Дефицит витамина D проявляется у детей в виде рахита, у взрослых – остеопороза и размягчения костей. Признаком дефицита витамина является нарушение сна, потливость и раздражительность.

Избыток витамина D вызывает общую слабость, потерю аппетита, тошноту и усиленное мочеиспускание. При отсутствии лечения развивается гипертония, заболевания почек.

Методика выполнения работы

1. Изучить вопросы каждого теста и дать на каждый из них однозначный ответ «да» или «нет» (записывать на черновик). Затем необходимо рассчитать процент ответов «нет» в каждом тесте и занести в таблицу отчета.

2. Если количество ответов «нет» в тесте составит менее 30%, тогда можно считать, что существует большая угроза для вашего здоровья. В этом случае оценка выставляется «1».

3. Если количество ответов «нет» в тесте составит 30–50%, тогда можно считать, что угроза для вашего здоровья значительная. Оценка в отчет выставляется «2».

4. Если количество ответов «нет» в тесте составит 51–70% тогда можно считать, что угроза для вашего здоровья умеренная. Оценка в отчет выставляется «3».

5. Если количество ответов «нет» в тесте составит более 71-90% тогда можно считать, что угрозы для вашего здоровья нет. Оценка выставляется «4».

6. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91-100%, и нет признаков избытка микроэлемента (витамина) тогда оценка выставляется «5».

7. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91-100% и имеется один признак избытка витамина (микроэлемента) тогда оценка выставляется «4».

8. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91-100% и имеется два признака избытка микроэлемента (витамина) тогда оценка выставляется «3».

9. Если количество ответов «нет» в тесте составит 91-100% и имеется более двух признаков избытка микроэлемента (витамина) тогда оценка выставляется «2».

Таблица 4.1

Тест на обеспеченность магнием (Mg)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Часто ли у вас бывают судороги (ночные судороги икроножных мышц)?		
2.	Страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением и сердечной аритмией?		
3.	Часто ли вы ощущаете онемение в руках?		
4.	Часто ли у вас возникают стрессовые ситуации?		
5.	Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?		
6.	Регулярно ли вы применяете мочегонные средства?		
7.	Много ли вы занимаетесь спортом?		
8.	Предпочитаете ли вы изделия из белой муки?		
9.	Редко ли вы употребляете в пищу салат и зеленые овощи?		
10.	Наблюдаются ли внезапные головокружения, потери равновесия, мерцающих точек перед глазами?		
Продукты, содержащие магний: отруби пшеничные, семена подсолнечника, гречиха, арахис, чернослив, халва, орехи грецкие, пшено, курага, хурма.			

Таблица 4.2

Тест на обеспеченность калием (К)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Повышено ли у вас артериальное давление?		
2.	Склонны ли вы к отекам?		
3.	Страдаете ли вы от пассивной деятельности кишечника?		
4.	Регулярно ли вы принимаете мочегонные препараты?		
5.	Регулярно ли вы употребляете в большом количестве алкогольные напитки?		
6.	Активно занимаетесь спортом?		
7.	Часто ли салат и овощи попадают на ваш стол?		
8.	Часто употребляете картофель?		
9.	Во время готовки картофеля и овощей вы используете длительную водную обработку?		
10.	Вы редко едите сухофрукты?		
Продукты, содержащие калий: курага, отруби пшеничные, фасоль, изюм, чернослив, горох, шпинат, картофель, укроп, петрушка, белые грибы.			

Таблица 4.3

Тест на обеспеченность железом (Fe)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Вы часто чувствуете усталость и подавленность?		
2.	Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (ломкость волос, вмятины на ногтях)?		
3.	Теряете ли вы в последнее время много крови, например при авариях или через донорство?		
4.	Обильны ли ваши менструации? (для женщин)		
5.	Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?		
6.	Вы редко употребляете мясо?		
7.	Вы выпиваете более 3 чашек черного чая/ кофе в день?		
8.	Вы едите мало овощей?		
9.	Вы подвержены частым инфекциям?		
10.	У вас часто возникает дискомфорт в желудочно-кишечном тракте?		
Продукты, содержащие железо: дрожжи пивные, вода минеральная, икра осетровая, абрикосы, гречиха, овсяная крупа.			

Таблица 4.4

Тест на обеспеченность кальцием (Ca)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Страдаете ли вы остеопорозом?		
2.	У вас есть аллергия, например, на солнце?		
3.	Возникают ли проблемы с кожей, волосами и ногтями?		
4.	Часто ли у вас бывают судороги?		
5.	Вы выпиваете ежедневно меньше 1 стакана молока?		
6.	Вы часто употребляете творог и сыр?		
7.	Пьете ли вы ежедневно сладкие, газированные напитки?		
8.	Вы мало употребляете зеленых овощей?		
9.	Вы едите много мяса и колбасы?		
10.	Вам свойственна повышенная нервная возбудимость, раздражительность?		
Продукты, содержащие кальций: сыры твердые, мак, крабы, укроп, рыба, кисломолочные продукты, курага, молоко коровье, творог.			

Таблица 4.5

Тест на обеспеченность цинком (Zn)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Наблюдаете ли вы у себя выпадение волос и ломкость ногтей?		
2.	Имеются ли у вас воспалительные процессы на коже (угри, экзема, дерматит)?		
3.	Страдаете ли вы СРК (синдром раздражённого кишечника)?		
4.	Часто ли у вас возникают стрессовые состояния, депрессии?		
5.	Была ли у вас потеря вкусовых ощущений, язвы во рту?		
6.	Наблюдаете ли вы у себя потерю или снижение аппетита?		
7.	Вы можете сказать, что вы гиперактивны?		
8.	Происходит ли у вас снижение массы тела?		
9.	Было ли выявлено у вас нарушение выработки половых гормонов?		
10.	Был ли у вас выявлен дефицит витамина Е?		
Продукты, содержащие цинк: говядина, печень, морепродукты, зародыши пшеницы, рисовые отруби, овсяная мука, морковь, горох, фасоль, лук, шпинат, какао-порошок, яйца, орехи, семечки.			

Таблица 4.6

Тест на обеспеченность йодом (I)

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Страдаете ли вы от хронической усталости, сонливости?		
2.	Свойственны ли вам частые рецидивирующие простудные и вирусные заболевания?		
3.	Для вас характерно медленное заживление ран?		
4.	Страдаете ли вы отёками?		
5.	Возникает ли у вас нарушение менструального цикла? (для женщин)		
6.	Имеете ли вы избыточную массу тела?		
7.	Страдаете ли вы гипотонией (снижение артериального давления)?		
8.	Свойственны ли вам депрессии, пассивность, апатичность?		
9.	Бывает ли у вас головокружение, слабость?		
10.	Есть ли у вас проблемы в работе сердечно-сосудистой системы?		
Продукты, содержащие йод: морепродукты, рыба, ламинария или морская капуста, свекла, зелёный салат, шпинат, помидоры, морковь, хурма, яблоки, абрикосы, грецкие и кедровые орехи, гречка.			

Таблица 4.7

Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Страдаете ли вы «куриной слепотой»?		
2.	Вы много работаете за экраном компьютера?		
3.	Ваша кожа сухая и шелушащаяся?		
4.	Вы страдаете повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
5.	Вы много курите?		
6.	Вы редко едите темно-зеленые овощи?		
7.	Вы редко едите сладкий перец, морковь и помидоры?		
8.	У вас снижено зрение?		
9.	Наблюдается ли у вас снижение аппетита, снижение массы тела и быстрая утомляемость?		
10.	Наблюдается ли у вас потеря блеска волос, поражение эмали зубов?		
Продукты, содержащие витамин А: рыбий жир, печень, яичный желток, сыры, масло сливочное.			
Продукты, содержащие каротин: облепиха, абрикосы, курага, морковь.			

Таблица 4.8

Тест на обеспеченность витаминами группы В

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Вы часто чувствуете себя неспособным к деятельности и лишенным энергии?		
2.	Вы легко раздражаетесь?		
3.	Часто ли вы подвергаетесь стрессам?		
4.	У вас есть проблемы с кожей, например, сухая кожа, трещины в уголках рта?		
5.	Вы регулярно употребляете алкогольные напитки?		
6.	Отдаете ли вы предпочтение продуктам из муки грубого помола?		
7.	Вы не едите мясо вообще?		
8.	У вас наблюдаются боли в мышцах после физической нагрузки?		
9.	Вам свойственны головные боли, головокружение после физической нагрузки?		
10.	Вы страдаете сонливостью днем и бессонницей ночью?		
Продукты, содержащие витамины группы В: печень, почки и сердце говяжьи, скумбрия, дрожжи пивные, пшено, мясо куриное, шиповник, соя, зеленый горошек, семена подсолнечника, отруби пшеничные.			

Таблица 4.9

Тест на обеспеченность витамином С

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
2.	Вы выкуриваете больше 5 сигарет в день?		
3.	Вы часто принимаете антибиотики, аспирин и обезболивающие средства?		
4.	Вы редко едите свежие овощи?		
5.	Вы едите мало сырых салатов?		
6.	Вы часто едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую еду?		
7.	Вы используете овощной бульон после варки овощей?		
8.	У вас повышенная чувствительность к холоду?		
9.	У вас присутствует снижение аппетита, раздражительность?		
10.	Вы часто запекаете овощи и картофель?		
Продукты, содержащие витамин С: шиповник, облепиха, смородина черная, хрен, капуста белокочанная, перец болгарский, шпинат, цитрусовые.			

Таблица 4.10

Тест на обеспеченность витамином Е

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Вы страдаете нарушениями кровоснабжения?		
2.	Вам характерны слабость и боли в мышцах?		
3.	У вас наблюдаются признаки потери эластичности кожи, сухость, преждевременные морщины?		
4.	Вы часто бываете на солнце?		
5.	Вы курите?		
6.	Часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию, например, выхлопных газов или смога?		
7.	Вы ежедневно употребляете растительные масла?		
8.	Вы не употребляете растительный маргарин?		
9.	Вы не употребляете продукты из муки грубого помола?		
10.	У вас возникает нарастающая мышечная слабость?		
Продукты, содержащие витамин Е: масло оливковое, соевое, кукурузное, арахисовое, подсолнечное, халва, кукуруза молочной спелости.			

Таблица 4.11

Тест на обеспеченность витамином D

№	Вопрос	Да	Нет
1.	Вы страдаете остеопорозом?		
2.	Вы избегаете солнца?		
3.	Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
4.	Избегаете ли вы масла или маргарина?		
5.	Вы не едите грибы?		
6.	Возникают ли у вас резкие боли в суставах?		
7.	Бывают ли у вас судороги?		
8.	У вас часто возникает состояния слабости?		
9.	Свойственна ли вам потеря аппетита?		
10.	Страдаете ли вы повышенным артериальным давлением?		
Продукты, содержащие витамин D: печень палтуса, печень трески, сельдь жирная, скумбрия, желток яйца, масло сливочное.			

Снизить опасность дефицита микроэлемента или витамина можно за счет корректировки рациона питания. Для этого необходимо проанализировать свой рацион питания и включить в него те продукты питания, которые богаты нужным микроэлементом или витамином для восполнения его в организме.

После выбора рациона питания по каждому тесту в обобщенный рацион питания необходимо отобрать те продукты питания, которые являются общими для нескольких витаминов и микроэлементов.

Заполняя, в отчете раздел «Возможные заболевания» учесть не только прогнозируемые хронические заболевания, но и известные вам хронические заболевания, диагноз которых, подтвержден.

Проанализируйте, имеется ли в вашем организме избыток отдельных витаминов и микроэлементов на основании анализа принимаемой ежедневно пищи и симптомов имеющихся заболеваний. Результаты запишите в отчет.

Таблица 4.12

Номер теста	Количество о ответов	Оценка	Развитие возможных заболеваний	Ликвидация дефицита (перечислить продукты питания)
Обобщенный рацион питания:				
Выводы об избытке отдельных витаминов и микроэлементов:				
Перечислить продукты питания, которыми питался (питалась) последние две недели:				

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ УМЕНЬШЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПО ЗАКОНУ ВЭЯ-ВИГНЕРА

Цель работы – выработать у студентов навык оценки радиационной обстановки при радиоактивном загрязнении на территории, загрязненной радионуклидами, в результате аварии на АЭС или взрыва одиночного ядерного боеприпаса по данным радиационной разведки местности.

Радиационная обстановка – это совокупность последствий радиоактивного заражения или загрязнения территории, оказывающее влияние на жизнедеятельность людей и требующая принятия определенных мер защиты. Радиационная обстановка характеризуется, прежде всего, мощностью экспозиционной дозы γ -излучения и размерами загрязненной территории.

Оценка радиационной обстановки – это выявление масштабов и степени радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на радиационно-опасном объекте, а также выбор вариантов защиты, исключающих поражение людей.

Выявление и оценка радиационной обстановки проводится двумя методами:

- оценка по результатам прогнозирования зон радиоактивного загрязнения территории;
- оценка по результатам разведки.

На данном занятии рассматривается вариант оценки только по данным разведки с учетом воздействия на людей только внешнего γ -излучения.

Сущность разведки заключается в том, что после радиоактивного загрязнения территории не ранее, чем через час после аварии с выбросом радиоактивных веществ (ядерного взрыва), с помощью дозиметрического прибора дважды измеряют мощность экспозиционной дозы γ -излучения с определенным интервалом времени (10–50 минут для ядерного взрыва и несколько часов при аварии на АЭС) и с фиксацией астрономического времени измерения. Имея эти исходные данные, можно определить:

- мощность экспозиционной γ -излучения на 1 час после взрыва (аварии на АЭС с выбросом радиоактивных веществ);
- эквивалентные дозы облучения людей γ -излучениями на открытой местности, в зданиях и в других укрытиях;
- допустимую продолжительность пребывания людей на открытой местности при заданной дозе облучения;
- возможные радиационные потери людей, в том числе и с летальным исходом;
- режимы радиационной защиты.

2. Разработаны 13 вариантов радиационной защиты для различных групп населения, а также для гражданских формирований гражданской обороны, проживающих и выполняющих задачи в различных условиях. На

занятии рассматривается только один из вариантов радиационной защиты рабочих и служащих завода, имеющего убежища. В течение первых 100–160 суток после аварии на АЭС или ядерного взрыва изменение мощности экспозиционной дозы излучения на радиоактивно зараженной местности описывается законом Вэя-Вигнера:

$$\frac{D_1}{D_2} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n$$

где D_1 , D_2 – мощности экспозиционных доз (Р/ч), соответствующие моментам времени t_1 , t_2 (ч) после начала радиоактивного заражения (загрязнения) территории; n – показатель степени, характеризующий величину спада мощности экспозиционной дозы излучения во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве образуется около 300 изотопов 36 химических элементов, при аварии на АЭС – несколько десятков). Для радиационных аварий величина показателя $n = 0,4–0,86$, для подрыва ядерного боеприпаса $n = 1,2$.

Величину n можно рассчитать, преобразуя формулу (1):

$$n = \frac{\log D_1 - \log D_2}{\log t_2 - \log t_1}$$

По величине n в справочниках выбирают специальные таблицы, по которым с использованием аналитических выражений определяют мощность экспозиционной дозы на 1 час после взрыва, эквивалентные дозы облучения людей, допустимое время пребывания людей на открытой местности, возможные потери людей и режимы защиты.

В качестве примера ниже решаются пять задач для случая взрыва ядерного боеприпаса, но методика эта применима и для случая заражения (загрязнения) территории при аварии на АЭС.

2. Решение задач

Задача № 1. Рассчитать мощность экспозиционной дозы через один час после взрыва.

Методика решения задачи № 1.

1. Разницу во времени между вторым и первым измерениями (см. табл. 1) определяем по формуле:

$$t_2 - t_1$$

2. Отношение уровней радиации при втором и первом измерениях рассчитываем по формуле:

$$D_2/D_1$$

3. По результатам расчетов по формулам 3 и 4 в табл. 2 находим время, прошедшее с момента взрыва до второго измерения ($t_{изм}$).

4. По табл. 3 определяем коэффициент пересчета K на время $t_{изм}$.

5. Определяем уровень радиации на один час после взрыва:

$$D = D_2 \cdot K$$

6. Находим время взрыва по формуле:

$$t_{\text{взр}} = t_2 - t_{\text{изм}}$$

Задача №2. Определить возможные эквивалентные дозы γ -облучения при нахождении людей на местности, загрязненной радионуклидами.

Методика решения задачи № 2.

Определение возможных доз γ -облучения рабочих и служащих, находящихся на местности, загрязненной радионуклидами, необходимо для того, чтобы принять меры по их защите от опасного облучения.

1. По исходным данным таблицы 1 для задачи 2 своего варианта по таблице 4 находят экспозиционную дозу излучения B (в Рентгенах) при величине мощности экспозиционной дозы 100 Р/ч.

2. Экспозиционную дозу γ -облучения в воздухе на открытой местности находят по формуле:

$$D_{\text{вх}} = B \cdot \frac{D}{100}$$

где D – мощность экспозиционной дозы по результатам решения задачи 1.

3. Для пересчета экспозиционной дозы в эквивалентную дозу (для биологической ткани) используем формулу:

$$H = 0.96 \cdot D_{\text{вх}}$$

4. Эквивалентная доза облучения, полученная работниками в производственных помещениях, рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{п}} = H / K_{\text{осл}}$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации, принимаемый равным 7 для одноэтажных производственных зданий.

Задача № 3. Расчет допустимой продолжительности работы предприятия, находящегося на территории, загрязненной радионуклидами.

Методика решения задачи 3

1. Определяем мощность экспозиционной дозы на момент начала облучения людей (входа на территорию, загрязненную радионуклидами):

$$D_{\text{вх}} = D / K$$

где D – мощность экспозиционной дозы на 1 час после взрыва (по результатам решения задачи 1);

K – поправочный коэффициент (табл. 3), при этом t_3 время, прошедшее после взрыва до начала облучения, берется из исходных данных задачи 2 из табл. 1.

2. Отношение R рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{H_{\text{зад}}}{D_{\text{вх}}} \cdot K_{\text{осл}}$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации, принимаемый равным 7 для одноэтажных производственных зданий.

3. По значениям этого отношения и времени t_3 , прошедшего с момента взрыва, по табл. 6 определяют допустимое время пребывания людей в цехах предприятия.

Задача № 4. Определение возможных радиационных потерь работников на открытой местности и в цехах предприятия.

Методика решения задачи 4.

1. Определяем H_d (бэр) – долю остаточной эквивалентной дозы от ранее полученной дозы, в зависимости от времени t_5 прошедшего после первого облучения (недели) по формуле: Значения H_{rp} и t_5 указаны в исходных данных (таблица 5).

$$H_d = \frac{H_{rp}}{100} \cdot H_1$$

где H_1 – остаточная эквивалентная доза (табл.7)

2. Определяем суммарную эквивалентную дозу $H_{сумм}$ (бэр):

$$H_{сумм} = H + H_d$$

где значение H берем по результатам решения задачи № 2.

3. Конкретное количество пораженных (потерявших трудоспособность) людей $N_{пт}$ находят по формуле

$$N_{пт} = \frac{N}{100} \cdot N_{вп}$$

где N – количество работников в табл.5;

$N_{вп}$ находят по табл. 8 по значению $H_{сумм}$ в столбце "всего пораженных";

Примечание. В таблице 8 для справки представлены также % пораженных людей от всех облученных в течение двух суток, второй и третьей недель, третьей и четвертой недель.

4. Аналогичным способом определяем количество погибших людей (от всех пораженных) для доз, превышающих 200 бэр:

$$N_{п} = \frac{N}{100} \cdot N_{см}$$

где $N_{см}$ находят по табл. 8 по значению $H_{сумм}$ в столбце "Количество смертельных исходов".

Задача № 5. Определение режимов защиты работников и работы промышленного предприятия.

Основным способом защиты рабочих и служащих в условиях сильного радиоактивного заражения является их укрытие в защитных сооружениях и строгое ограничение времени пребывания на открытой местности.

Режим защиты – это порядок применения средств и способов защиты людей, который предусматривает максимальное уменьшение доз облучения и наиболее целесообразные действия в зоне заражения. Типовые режимы защиты изложены в таблице 9. Они разработаны с учетом доз облучения за время пребывания рабочих и служащих в защитных сооружениях, производственных, административных и жилых зданиях, а также при передвижении из мест отдыха в цеха для работы. Продолжительность смены 10–12 ч в сутки. Соблюдение режима защиты не допускает облучения людей

сверх установленных доз, исключает радиационные потери и обеспечивает производственную деятельность предприятия с минимальным временем прекращения его работы при различных уровнях радиации.

Методика решения задачи 5

1. Определяем условное наименование режима в таблице 9 по мощности экспозиционной дозы на 1 ч после взрыва, вычисленной по результатам решения задачи 1.

2. В исходных данных таблицы 5 находим коэффициент ослабления защитного сооружения. В таблице 9 необходимо определить в какой диапазон коэффициентов S_1 – S_4 входит коэффициент ослабления защитного сооружения вашего варианта: $S_1 = 50$ – 100 , $S_2 = 101$ – 200 , $S_3 = 201$ – 999 , $S_4 = 1000$ и более.

3. После этого в табл. 9 находим и фиксируем в тетрадь:

а) на какое время объект прекращает работу, а люди укрываются в защитных сооружениях;

б) при возобновлении работы объекта в течении какого времени рабочие и служащие должны использовать для отдыха защитные сооружения;

в) продолжительность режима с ограниченным пребыванием людей на открытой местности;

г) общую продолжительность соблюдения режима.

Индивидуальное задание

1. Изучить теоретический материал. Использовать его при решении задач.

2. В процессе решения задач выбирать исходные данные своего варианта из таблиц 1 и 6 в соответствии с порядковым номером фамилии студента в журнале учета занятий.

Таблица 5.1

Исходные данные для решения задач № 1 и № 2

Номер варианта	Задача № 1				Задача № 2	
	Время измерения мощности экспозиционной дозы, ч. мин		Мощность экспозиционной дозы, Р/ч		Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения t_3 , ч	Время пребывания на радиоактивно зараженной местности t_4 , ч
	t_1	t_2	D_1	D_2		
1	9:00	9:30	60,10	48,13	2	3
2	6:15	6:30	107,30	85,89	2	8
3	8:45	9:00	40,90	34,78	1	6
4	14:15	15:00	153,90	100,00	7	10
5	7:30	7:45	76,60	61,35	1	8
6	17:00	17:10	67,70	60,87	5	12

7	11:00	11:30	133,60	106,95	5	6
8	18:15	19:00	92,30	60,00	3	7
9	18:50	19:05	51,10	43,48	1	3
10	13:45	14:30	102,70	82,24	7	6
11	10:00	10:10	115,80	104,35	4	7
12	12:45	13:00	107,30	85,89	2	5
13	13:00	13:15	89,10	80,21	6	8
14	10:25	10:35	79,75	75,76	8	10
15	5:25	5:40	76,70	61,35	1	6
16	8:35	8:50	92,00	78,26	3	7
17	10:15	11:00	118,50	88,89	7	5
18	11:00	11:30	133,30	100,00	4	9
19	7:05	7:20	122,70	104,35	3	5
20	8:00	8:30	81,80	49,10	1	7
21	16:30	16:45	114,26	80,00	2	9
22	20:00	20:45	49,36	39,47	3	4
23	22:15	22:30	23,77	21,39	1	7
24	23:10	23:20	35,87	34,09	2	8
25	10:20	10:50	133,45	100,00	4	9
26	17:20	17:35	61,33	49,08	2	6
27	19:50	20:20	62,23	46,67	3	7
28	12:05	12:50	41,03	26,67	2	6
29	8:30	9:00	33,43	26,74	1	2
30	14:15	14:45	40,10	34,09	3	9

Таблица 5.2

Определение времени ($t_{\text{изм}}$), прошедшего с момента взрыва

Отношение мощностей экспозиционных доз при втором и первом измерениях D_2/D_1	Время между двумя измерениями, ч, мин			
	10 мин	15 мин	30 мин	45 мин
0,95	4 ч	6 ч	12 ч	18 ч
0,90	2 ч	3 ч	6 ч	9 ч
0,85	1 ч 20 мин	2 ч	4 ч	6 ч
0,80	1 ч	1 ч 30 мин	3 ч	4 ч 30 мин
0,75	50 мин	1 ч 15 мин	2 ч 30 мин	3 ч 30 мин
0,70	40 мин	1 ч	2 ч	3 ч
0,65	35 мин	50 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин
0,60	30 мин	45 мин	1 ч 30 мин	2 ч 10 мин
0,55	—	40 мин	1 ч 20 мин	1 ч 50 мин
0,50	—	35 мин	1 ч 10 мин	1 ч 45 мин

Таблица 5.3

Коэффициент пересчета мощности экспозиционной дозы на один час после взрыва

Время, прошедшее после взрыва $t_{\text{изм}}, \text{ч}$	Поправочный коэффициент, К	Время, прошедшее после взрыва $t_{\text{изм}}, \text{ч}$	Поправочный коэффициент К
0,5	0,44	6	8,59
1	1	7	10,33
1,5	1,63	8	12,13
	2,30	9	13,96
2,5	3,00	10	15,85
3	3,74	11	17,77
3,5	4,50	12	19,72
4	5,28	13	21,71
4,5	6,08	14	23,73
5	6,90	15	25,73

Таблица 5.4

Экспозиционные дозы излучения (B) на открытой местности для заданного времени пребывания людей при мощности экспозиционной дозы 100 Р/ч на 1 ч после взрыва, P

Время, $t_5, \text{ч}$	Время пребывания на радиоактивно зараженной местности $t_4, \text{ч}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	64,8	98,8	121	138	151	161	170	178	184	190
2	34	56,4	72,8	85,8	96,4	105	113	119	125	131
3	22,4	38,8	52,8	62,4	71,2	77,8	84,6	91,9	95,8	100
4	16,4	29,4	40,2	49,2	56,6	63,4	69,4	74,7	79,4	83,8
5	13	23,6	32,4	40	46,8	52,8	58	62,8	67,2	71,2
6	10,6	19,4	27	33,8	39,8	45	49,8	54,2	58,2	62
7	9	16,5	23,3	29,3	34,6	39,4	43,9	47,8	51,6	55,1
8	7,5	14,4	20,4	25,6	30,4	34,8	38,8	42,6	46,1	49,3
9	6,8	12,8	18,1	22,9	27,4	31,3	35,1	38,6	41,8	45,3
10	6	11,2	16	20,4	24,5	28,2	31,7	34,9	37,9	40,7

Таблица 5.5

Исходные данные для решения задач 3, 4 и 5

Вариант	Задача 3	Задача 4			Задача 5
	Доза облучения $H_{\text{зад}}$, бэр	Количество людей N , чел	Полученная доза $H_{\text{п}}$, бэр	Время, прошедшее после облучения t_5 , недели	Коэффициент ослабления $S_{\text{осл}}$
1	22	270	21	6	160
2	17	250	27	2	90
3	23	300	64	2	70
4	25	155	40	7	80
5	36	290	58	4	200
6	17	175	49	5	200
7	25	210	65	8	1100
8	21	130	12	3	1000
9	14	180	68	4	90
10	21	230	48	5	1600
11	19	140	19	4	150
12	17	220	34	2	1400
13	30	150	34	6	180
14	28	310	33	4	190
15	14	400	38	1	1800
16	21	160	45	3	90
17	14	220	53	7	90
18	32	125	24	4	1200
19	27	180	33	3	1300
20	29	270	59	1	150
21	30	100	64	2	85
22	9	140	23	5	160
23	29	165	76	1	1250
24	11	145	36	2	400
25	24	195	24	4	180
26	20	230	64	2	200
27	32	320	34	3	100
28	15	380	54	1	300
29	14	330	45	2	400
30	28	290	41	5	200

Таблица 5.6

Допустимое время пребывания людей на радиоактивно зараженной территории

R	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения t_3 , ч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	1:02	0:42	0:35	0:34	0:32	0:32	0:32	0:31	0:31	0:31
1,0	2:03	1:23	1:14	1:10	1:08	1:06	1:05	1:05	1:04	1:04
2,0	11:00	4:06	3:13	2:46	2:35	2:29	2:24	2:20	2:18	2:16
2,5	31:00	6:26	4:28	3:48	3:28	3:16	3:08	3:03	2:59	2:55
3,0	Без огран	9:54	6:09	5:01	4:28	4:10	3:58	3:49	3:43	3:38
4,0		19:30	11:05	8:12	6:57	6:10	5:50	5:33	5:19	5:10
6,0		23:00	35:35	19:48	14:40	12:00	11:00	10:00	9:24	8:57

Таблица 5.7

Значение остаточных эквивалентных доз облучения в зависимости от времени

	Время, прошедшее после облучения, недели							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Остаточная доза радиации H_1	90	75	60	50	42	35	30	25

Таблица 5.8

Воздействие однократного облучения на состояние здоровья работников

Суммарная доза	Количество заболевших, % к общему числу облученных через				Количество смертельных исходов, % от общего числа облученных
	2 суток	3 недели	4 недели	Всего пораженных	
100	Ед. случаи	0	Ед. случаи	Ед. случаи	0
125	То же	0	5	5	0
130	То же	0	7	7	0
140	То же	0	10	10	0
145	То же	0	12	12	0
150	То же	0	15	15	0
155	1	0	16	17	0
160	2	0	18	20	0
165	2	0	20	22	0
170	3	0	22	25	0
175	5	0	25	30	0
180	7	0	27	34	0
190	10	0	30	40	0
200	15	0	35	50	Ед. случаи
210	20	0	40	60	2
225	30	40	0	70	5
240	40	40	0	80	8
250	50	35	0	85	10
260	60	30	0	90	12
280	75	25	0	100	15
300	85	15	0	100	20
350	90	10	0	100	35
400	100	0	0	100	43
450	100	0	0	100	50
500	100	0	0	100	75
550	100	0	0	100	85

Таблица 5.9

Режимы защиты работников и работы объекта в условиях радиоактивного заражения местности

Наименование зон	Уровни радиации на 1ч	Условное наименование режима защиты	Коэффициент ослабления	Характеристика режима			Общая продолжительность соблюдения режима, сутки
				Время прекращения работы объекта(люди непрерывно	Продолжительность работы объекта с использованием для отдыха защитных сооружений, ч	Продолжительность режима с ограниченным пребыванием на открытой местности,	
1	2	3	4	5	6	7	8
А	80	А-3	K ₁	6	16	22	1,5
			K ₂	3	9	24	1,5
			K ₃	3	8	25	1,5
			K ₄	3	7	26	1,5
Б	100	Б-1	K ₁	8	24	28	2
			K ₂	4	14	30	2
			K ₃	3	12	33	2
			K ₄	3	9	36	2
Б	140	Б-2	K ₁	12	36	46	2,5
			K ₂	6	18	36	2,5
			K ₃	5	16	39	2,5
			K ₄	4	12	44	2,5
Б	180	Б-3	K ₁	24	48	72	4
			K ₂	8	24	64	4
			K ₃	6	20	70	4
			K ₄	5	14	77	4
Б	240	Б-4	K ₁	48	72	120	6
			K ₂	12	28	104	6
			K ₃	8	24	112	6
			K ₄	6	18	120	6
В	300	В-1	K ₁	96	120	144	10
			K ₂	16	32	192	10
			K ₃	12	28	200	10
			K ₄	8	24	208	10
В	400	В-2	K ₁	144	168	168	15
			K ₂	24	48	208	15
			K ₃	18	36	306	15
			K ₄	12	32	316	15
В	500	В-3	K ₂	36	60	394	20
			K ₃	32	48	400	20
			K ₄	24	40	416	20

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ И ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Цель работы – научить студентов решать типовые задачи по расчету основных характеристик ионизирующих излучений и выбору отдельных физических способов радиационной защиты. Закрепить теоретические знания, полученные при изучении явления радиоактивности, основного закона радиоактивного распада, защиты от ионизирующих излучений на территории Республики Беларусь.

Теоретическая часть

Среди наиболее часто определяемых на практике величин можно выделить такие как активность радиоактивного распада, степень поглощения γ -излучения веществом и глубину проникновения β -частиц в веществе.

Основной закон радиоактивного распада, выраженный через активность и период полураспада можно представить в виде

$$A = \frac{A_0}{2^{t/T}}$$

где A – активность в данный момент времени t ;

A_0 – начальная активность;

t – время;

T – период полураспада радионуклида.

Единицей активности в системе СИ принят 1 распад/с = 1 Бк (назван Беккерелем в честь французского ученого (1852–1908 г), открывшего в 1896 году естественную радиоактивность солей урана). Существует и внесистемная единица Кюри, которая изымается из употребления согласно ГОСТ 8.417-81 и РД 50-454-84. Однако на практике она пока используется. За 1Ки принята активность 1г радия-226.

$$1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}; 1\text{Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{Ки}$$

Радионуклиды могут быть распределены в массе вещества, в определенном объеме или на некоторой поверхности. Поэтому в дозиметрической практике часто используют величину удельной, поверхностной или объемной активности A , которую можно записать соответственно в виде:

$$A_m = A/m, A_v = A/v, A_s = A/s$$

где: m – масса вещества; v – объем вещества; s – площадь поверхности вещества.

Эти виды активности связаны друг с другом через плотность вещества ρ :

$$\rho = m/v$$

Тогда виды активности можно пересчитать по формулам:

$$A_m = A/m = A/s\rho h = A_s/\rho h = A_v/\rho$$

где: ρ – плотность почвы, принимается в Республике Беларусь равной 1000 кг/м^3 ; h – корнеобитаемый слой почвы, принимается равным $0,2 \text{ м}$; s – площадь радиоактивного заражения, м^2 . Тогда:

$$A_m = 5 \cdot 10^{-3} A_s; A_m = 10^{-3} A_v$$

В этих формулах выражается: A_s в Бк/м² или Ку/ м²; A_v – в Бк/м³ или Ку/м³. A_m может быть выражена в Бк/кг или Ку/кг.

Если известна активность радионуклида A можно определить массу m и наоборот, используя формулу

$$m = \frac{M \cdot A \cdot T}{0.693 \cdot N_A}$$

где M – массовое число;

T – период полураспада;

N_A – число Авогадро.

На практике часто необходимо оценить проникающую способность γ -квантов. Не имея массы, они не могут замедляться в среде, а лишь поглощаются или рассеиваются. При прохождении через вещество их энергия не меняется, но уменьшается интенсивность γ -излучения по следующему закону:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

где: I – интенсивность γ -излучения после прохождения через вещество; μ – коэффициент поглощения вещества; x – толщина слоя вещества; I_0 – начальная интенсивность γ -квантов до прохождения вещества.

В формуле (8) величину μ можно найти в таблицах, но она не несет прямой информации о степени поглощения γ -излучения веществом. Поэтому в практических расчетах используют коэффициент половинного ослабления d (или «толщина слоя половинного ослабления»).

Тогда, формула (8) примет вид:

$$K_{осл} = 2^{x/d}$$

где $K_{осл}$ – коэффициент ослабления γ -излучения проходящего через вещество; x – толщина слоя вещества(см); и d – коэффициент половинного ослабления для данного материала.

Для примерной оценки глубины пробега β -частиц пользуются приближенными формулами. Одна из них:

$$\frac{R_{среды}}{R_{возд}} = \frac{\rho_{возд}}{\rho_{среды}}$$

где: $R_{среды}$ – длина пробега в среде;

$R_{возд}$ – длина пробега в воздухе, $R_{возд} = 450 E_\beta$;

$\rho_{возд}$ и $\rho_{среды}$ – плотность воздуха и среды соответственно;

E_β – энергия β -частиц.

Для оценки защиты от γ -излучения временем и расстоянием обычно используют формулу

$$t_{дв} = \frac{X_{дд} \cdot R^2}{A \cdot \Gamma}$$

где $t_{дв}$ – допустимое время работы, ч; $X_{дд}$ – допустимая экспозиционная (эквивалентная) доза, бэр; Γ – γ -постоянная радионуклида.

Индивидуальное задание

Выбрать исходные данные своего варианта из таблицы. Номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале учета занятий.

Задачи

Задача 1. Выражение активности радионуклида через различные единицы измерения.

В лабораторных экспериментах использована некоторая масса (m) радия-226. Определите активность радия в Ки и Бк.

Задача 2. Определение массы радионуклида по его активности.

Найдите массу цезия-137, стронция-90, плутония-239 по его активности A_1 , A_2 , A_3 соответственно.

Использовать формулу:

$$m = a_2 \cdot M \cdot A \cdot T$$

где $a_2 = 2,8 \cdot 10^{-6}$

T – период полураспада: цезия-137 – 30 лет, стронция-90 – 29 лет, плутония-239 – 24063 года;

M – массовое число (суммарное количество протонов и нейтронов в ядре).

Задача 3. Пересчет поверхностной радиоактивности почв в удельную активность.

Пересчитайте A_s (Ки/км²) в Ки/кг и Бк/кг.

Для почв Республики Беларусь использовать формулу:

$$A_m = 5 \cdot 10^{-3} \cdot A_s$$

где A_s – поверхностная активность (Ки/м² или Бк/м²).

Тогда

$A_m = A_s \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3}$, Ки/кг. При A_s (Ки/км²) = $A_s \cdot 10^{-6}$ Ки/м²;
или $A_m = A_s \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/кг, учитывая что 1Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Задача 4. Пересчет удельной радиоактивности почв в поверхностную радиоактивность.

Пересчитайте A_m (Ки/кг) в A_s (Ки/км²).

Использовать формулу:

$$A_s = \frac{A_m \cdot 10^6}{5 \cdot 10^{-3}} \text{ (Ки/км}^2\text{)}$$

Задача 5. Оценка загрязненности радионуклидами овощей, выращенных на радиоактивной почве.

Местность загрязнена радионуклидами с активностью A_s (Ки/км²). Определите загрязненность овощей, выращенных на данной почве, если коэффициент перехода радионуклидов из почвы в овощи составляет K .

Используются результаты решения задачи 3, которые умножаются на K

и сравниваются с РДУ-2001 (для овощей допустимый уровень 100 Бк/кг). Предложите способ дезактивации.

Задача 6. Прогнозирование загрязненности радионуклидами почвы через заданное время.

Участок местности загрязнен плутонием-239 с поверхностной активностью A_0 . Какая активность будет через t лет? Период полураспада T плутония-239 равен 24063 лет. Воспользуйтесь формулой:

$$A_s = \frac{A_0}{2^{t/T}}$$

Задача 7. Оценка эффективности защиты людей от γ -излучения экранами из различных материалов.

Оцените эффективность ослабления γ -излучения при прохождении его через кирпичную стену толщиной x_1 и оконное стекло толщиной x_2 .

Для расчета использовать формулу:

$$K_{\text{осл}} = 2^{x/d}$$

где x_1 (см) – толщина кирпичной стены, а x_2 – толщина оконного стекла (табл.)

d – толщина слоя половинного ослабления, $d = 0,693/\mu$;

μ_1 и μ_2 – коэффициенты поглощения кирпича и стекла соответственно.

Сравните надежность защиты кирпичной кладкой и оконным стеклом как экраном.

Задача 8. Оценка эффективности защиты людей от β -излучения экранами из различных материалов.

Определите глубину проникновения β -частиц в кирпиче и в стекле, если известна энергия бета-частиц E_β и плотность среды $\rho_{\text{среды}}$. Использовать формулы:

$$\frac{R_{\text{среды}}}{R_{\text{возд}}} = \frac{\rho_{\text{возд}}}{\rho_{\text{среды}}}$$
$$R_{\text{возд}} = 450 \cdot E_\beta$$

где $R_{\text{среды}}$ – длина пробега (см) β -частиц в среде (ρ_c – в стекле, ρ_k – в кирпиче); $R_{\text{возд}}$ – длина пробега (см) β -частиц в воздухе; $\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздуха принимается равной **0,0013 г/см³**. Данные для расчета приведены в табл.

Задача 9. Защита людей от γ -излучения временем облучения.

Рассчитайте безопасное время работы на расстоянии R (см) от источника меди-64 активностью A (мКи). Использовать формулу:

$$t_{\text{дв}} = \frac{X_{\text{дд}} \cdot R^2}{A \cdot \Gamma}$$

где $t_{\text{дв}}$ – допустимое время работы, ч; $X_{\text{дд}}$ – допустимая экспозиционная (эквивалентная) доза, бэр; Γ – γ -постоянная для меди-64 равная 1,13 (Р · см²) / (ч · мКи).

Задача 10. Защита от γ -облучения расстоянием.

Рассчитайте безопасное время работы на расстоянии R (см) от источника лантана-140 активностью A (мКи).

Использовать формулу:

$$R = \sqrt{\frac{A \cdot \Gamma \cdot t}{X_{\text{дд}}}}$$

где Γ – γ -постоянная для лантана-140 равная $11,14 \text{ (Р} \cdot \text{см}^2) / (\text{ч} \cdot \text{мКи})$; t – время работы, в часах, за 1 год.

Задача 11. Защита применением минимальной массы радионуклида.

Рассчитайте количество радиоизотопа радия-226, обеспечивающего безопасную работу с ним в течение года на расстоянии R (см).

Использовать для расчета допустимой активности формулу:

$$A = \frac{X_{\text{дд}} \cdot R^2}{\Gamma \cdot t}$$

где $\Gamma = 9,03 \text{ (Р} \cdot \text{см}^2) / (\text{ч} \cdot \text{мКи})$.

Для расчета допустимой массы использовать формулу:

$$m = a_2 \cdot M \cdot A \cdot T$$

где $a_2 = 2,8 \cdot 10^{-6}$

Период полураспада T радия-226 – 1600 лет

Приложения

Таблица 6.1

Исходные данные для решения задач

№ варианта	Задача 1	Задача 2			Задача 3	Задача 4	Задача 5	Задача 6	
	m, г	A ₁ , Ки	A ₂ , Ки	A ₃ , Ки	A _s , Ки/км ²	A _m , Ки/кг	K	A ₀ , Ки/км ²	t, лет
1	8	3	5	7	5	2 10 ⁻⁸	0,25	2	4000
2	9	7	1	0,5	4	3 10 ⁻⁹	0,20	0,5	3000
3	10	5	2	4	2	2 10 ⁻⁷	0,50	10,0	2500
4	15	4	7	8,5	9	3 10 ⁻⁸	0,15	3,0	3500
5	20	15	0,5	10	7	4 10 ⁻⁸	0,09	2,5	900
6	5	18	9	3,5	12	6 10 ⁻⁹	0,15	4,0	300
7	6	24	2,5	1,5	8	5 10 ⁻⁸	0,20	1,5	2000
8	7	12	3	2	20	2 10 ⁻⁹	0,10	3,5	700
9	11	9	1,5	8	18	4 10 ⁻⁷	0,05	5,0	500
10	12	21	6	6,5	5	5 10 ⁻⁹	0,30	0,6	1500
11	13	14	3,5	5	11	2 10 ⁻⁷	0,05	4,5	800
12	14	8	7,5	10	3	5 10 ⁻⁷	0,50	0,7	4500
13	21	6	5,5	4,5	15	8 10 ⁻⁸	0,10	3,0	5500
14	22	20	10	3	24	9 10 ⁻⁹	0,04	0,9	600
15	23	10	4,5	9	17	3 10 ⁻⁸	0,08	6,0	1800
16	16	27	11	2,5	36	1 10 ⁻⁷	0,05	0,8	1700
17	17	39	8,5	11	6	8 10 ⁻⁷	0,25	2,5	5000
18	18	16	6,5	13	22	6 10 ⁻⁸	0,04	0,4	700
19	19	22	9,5	5,5	29	7 10 ⁻⁸	0,03	0,6	1600
20	25	33	12	2	13	6 10 ⁻⁸	0,08	5,5	2600
21	26	40	11,5	9,5	27	4 10 ⁻⁸	0,04	1,0	500
22	30	23	3	5	31	1 10 ⁻⁸	0,06	4,5	3000
23	27	35	5	7,5	16	8 10 ⁻⁹	0,04	2,0	900
24	31	41	8	1,5	21	9 10 ⁻⁷	0,05	3,5	2700
25	28	25	4,5	9	34	2 10 ⁻⁹	0,06	0,8	1900
26	33	38	9,5	6	12	7 10 ⁻⁹	0,10	1,5	1600
27	29	13	3,5	10,5	26	4 10 ⁻⁹	0,15	4,0	2200
28	32	36	6	3	21	7 10 ⁻⁷	0,03	0,9	1800
29	34	29	7,5	4,5	32	9 10 ⁻⁸	0,07	3,0	1400
30	24	34	10,5	12	14	1 10 ⁻⁹	0,05	0,7	1600

№ ва ри ан та	Задача 7				Задача 8			Задача 9		
	x_1 , см	μ_1 , см ⁻¹	x_2 , см	μ_2 , см ⁻¹	x , см	ρ_K , г/см ³	ρ_c , г/см ³	$X_{дд}$, бэр	R , см	A , мКи
1	12	0,113	0,2	0,0908	0,2	1,95	4,2	1	70	6
2	25	0,113	0,3	0,0908	0,3	1,73	4,3	2	80	11
3	38	0,113	0,4	0,0908	0,04	1,6	4,5	3	90	14
4	51	0,113	0,5	0,0908	1,0	1,45	2,6	4	100	9
5	64	0,113	0,6	0,0908	0,5	2,0	4,0	5	110	12
6	12	0,0646	0,2	0,1583	0,2	1,8	4,3	1	50	1
7	25	0,0646	0,3	0,1583	0,8	1,4	2,5	2	60	7
8	38	0,0646	0,4	0,1583	0,4	1,2	3,9	3	70	12
9	51	0,0646	0,5	0,1583	0,09	1,95	4,0	4	80	9
10	64	0,0646	0,6	0,1583	0,4	1,73	3,8	5	90	13
11	12	0,0473	0,2	0,2571	0,7	1,6	2,6	1	100	8
12	25	0,0473	0,3	0,2571	0,6	1,45	3,7	2	110	10
13	38	0,0473	0,4	0,2571	0,08	2,0	4,3	3	120	11
14	51	0,0473	0,5	0,2571	0,07	1,8	4,4	4	130	14
15	64	0,0473	0,6	0,2571	0,15	1,4	3,5	5	140	20
16	12	0,0738	0,2	0,2924	0,25	1,2	3,6	1	90	7
17	25	0,0738	0,3	0,2924	0,45	2,05	2,8	2	100	5
18	38	0,0738	0,4	0,2924	0,06	1,78	4,5	3	110	8
19	51	0,0738	0,5	0,2924	0,75	1,9	2,7	4	120	11
20	64	0,0738	0,6	0,2924	0,85	2,16	2,5	5	130	15
21	12	0,0543	0,2	0,4392	0,07	2,05	4,4	1	30	1
22	25	0,0543	0,3	0,4392	0,35	1,78	3,6	2	40	4
23	38	0,0543	0,4	0,4392	0,05	1,9	4,5	3	50	5
24	51	0,0543	0,5	0,4392	1,1	2,16	2,5	4	60	6
25	64	0,0543	0,6	0,4392	0,65	2,05	2,6	5	70	8
26	12	0,0543	0,2	0,3483	0,55	1,78	2,9	1	130	5
27	25	0,0543	0,3	0,3483	0,95	1,9	2,5	2	140	9
28	38	0,0543	0,4	0,3483	0,5	2,16	2,8	3	150	17
29	51	0,0646	0,5	0,3483	0,7	2,05	3,0	4	160	16
30	64	0,0473	0,6	0,3483	0,4	1,78	3,5	5	170	19

Продолжение таблицы

№ варианта	Задача 10			Задача 11		
	A, мКи	t, ч	X _{дд} , бэр	R, см	X _{дд} , бэр	t, ч
1	6	600	1	100	1	1000
2	11	700	2	200	2	2000
3	14	800	3	300	3	3500
4	9	900	4	350	4	6000
5	12	1000	5	400	5	9000
6	1	3000	1	150	1	500
7	7	3100	2	250	2	1600
8	12	3200	3	360	3	3500
9	9	3300	4	370	4	5000
10	13	1000	5	380	5	7000
11	8	1100	1	50	1	2500
12	10	1200	2	60	2	1500
13	11	1300	3	70	3	1200
14	14	1400	4	80	4	2600
15	20	1500	5	90	5	2200
16	7	2000	1	120	1	1400
17	5	2100	2	130	2	900
18	8	2200	3	140	3	1200
19	11	2300	4	150	4	2800
20	15	2400	5	160	5	2900
21	1	1600	1	170	1	1100
22	4	1700	2	180	2	1600
23	5	1800	3	190	3	2700
24	6	1900	4	210	4	3100
25	8	2000	5	220	5	3100
26	5	2500	1	260	1	4100
27	9	2600	2	270	2	3600
28	17	2700	3	280	3	2800
29	16	2800	4	290	4	4500
30	19	2900	5	330	5	5000

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ОПАСНОГО ОБЪЕКТА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОЗДУШНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Цель работы:

- освоить методику оценки устойчивости потенциально-опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны при взрыве на предприятии газо-воздушной смеси (ГВС);
- дать оценку устойчивости конкретного производства к воздействию воздушной ударной волны;
- предложить рекомендации по повышению устойчивости объекта.

Теоретическая часть

Устойчивость работы хозяйственного объекта – способность объекта выпускать установленные виды продукции в необходимых объемах и номенклатуре в ЧС, а также возможность быстрого восстановления в случае повреждения. Оценка устойчивости работы потенциально опасного объекта (ПОО) к воздействию воздушной ударной волны производят на этапе проектирования объекта для того, чтобы учесть и предупредить физическое разрушение зданий, сооружений и оборудования, не допустить остановки производства.

Воздушная ударная волна представляет собой область резко сжатого воздуха, распространяющегося с огромной скоростью. Передняя граница слоя сжатого воздуха, характеризующаяся резким увеличением давления, называется фронтом ударной волны. Она производит слабые, средние, сильные и полные разрушения.

Оценка степени устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны заключается:

- 1) в выявлении основных элементов объекта (цехов, участков производства, подводящих систем и так далее), от которых зависит устойчивость его функционирования;
- 2) определении предела устойчивости каждого элемента по нижней границе диапазона давлений, вызывающих средние разрушения, $\Delta P_{\text{кри}}$ и объекта в целом по минимальному пределу входящих в его состав элементов;
- 3) сопоставлении найденного предела устойчивости объекта с ожидаемым (расчетным) максимальным значением ударной волны;
- 4) заключении об устойчивости объекта.

Практическая часть

Взрыв газовой смеси в помещении происходит при создании взрывоопасной концентрации и поднесении к взрывчатой смеси искры или открытого огня, либо соприкосновения нагретого тела со смесью. Образуется большое количество нагретых газов, в результате увеличения

объема которых повышается давление и разрушаются окна, двери, перекрытия и даже стены.

Задача. Оценка воздействия на объект воздушной ударной волны при взрыве ГВС на ПОО.

Из табл. 1 выписать в рабочую тетрадь исходные данные для расчетов в соответствии с вашим вариантом.

Таблица 7.1

Исходные данные для определения избыточного давления в районе
расположения потенциально-опасного объекта

№ вари анта	Наименование органического вещества	Коэффициент взрывоопасности по пропану	Масса органического вещества, т	Расстояние от цеха до емкости с органическим веществом, м
1	Ацетон	1,0	20	600
2	Ацетилен	1,2	15	550
3	Бензол	1,0	16	500
4	Бутан	1,0	25	800
5	Бутилен	1,0	20	700
6	Водород	0,85	25	600
7	Водород цианистый	0,85	30	600
8	Гептан	1,0	18	600
9	Дихлорпропан	1,15	15	650
10	Дихлорэтан	1,15	10	500
11	Диметилпропан	1,0	17	600
12	Дихлорэтилен	1,05	15	650
13	Изобутиловый спирт	1,0	20	700
14	Кокосовый газ	0,9	25	750
15	Метан	1,0	15	600
16	Метиламин	1,1	12	350
17	Нитрорастворитель	0,5	35	500
18	Пропан	1,0	15	550
19	Природный газ	1,0	20	650
20	Сероуглерод	0,4	40	600
21	Сероводород	0,8	30	750
22	Этилен	1,0	17	600
23	Сернистый ангидрид	1,0	15	500
24	Этан	1,0	20	700
25	Ацетон	1,0	10	400
26	Бензол	1,0	5	200

27	Водород	0,85	15	500
28	Пропан	1,0	12	450
29	Сероводород	0,8	20	600
30	Этиловый эфир	1,0	25	650

1. Определить эквивалентную массу *органического вещества (по пропану) до аварии.*

Эквивалентное количество АХОВ рассчитывают по формуле

$$Q_3 = 640 \cdot K_{эв} \cdot Q, \text{ кг},$$

где Q – масса органического вещества, т;

$K_{эв}$ – коэффициент, учитывающий эквивалентность органического вещества по пропану (см. табл. 1).

2. Рассчитать избыточное давление $\Delta P_{ГВС}$ *во фронте воздушной ударной волны*, возникающее при взрыве ГВС на расстоянии R_i от объекта:

$$\Delta P_{ГВС} = \frac{848 \cdot \sqrt[3]{Q_3}}{R_i} + \frac{3440 \cdot \sqrt[3]{Q_3^2}}{R_i^2} + \frac{11200 \cdot Q_3}{R_i^3}, \text{ кПа}$$

где R_i – расстояние от емкости с ГВС до здания (1), м.

3. Построить *график слабых, сильных, средних и полных разрушений для всех элементов производственного объекта* в соответствии с вашим вариантом расчетов (рис.1).

Основные элементы производственного объекта указаны в исходных данных табл. 2 и 3.

В качестве критерия устойчивости элемента объекта $\Delta P_{кри}$ принимаем нижнее значение диапазона давлений средних разрушений для каждого элемента производственного объекта.

Полученные величины заносим в таблицу графика устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны (рис.1). График позволяет оценить устойчивость ПОО к воздействию воздушной ударной волны. Используя график, дать оценку воздействия воздушной ударной волны на производственный объект путем сравнения расчетного значения $\Delta P_{ГВС}$ с критерием устойчивости каждого элемента объекта $\Delta P_{кри}$ (из графика).

Таблица 7.2

Основные элементы потенциально-опасного объекта

№ варианта	Элементы инженерно-технического комплекса объекта
1, 16	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, кузнечно-прессовое оборудование, ковшовые конвейеры, электрокары, контрольно-измерительная аппаратура (КИА)
2, 17	Производственное здание с крановым оборудованием до 50 т, станки тяжелые, электрокары, трубопроводы на железобетонных эстакадах, станки средние, открытые распределительные устройства (ОРУ).
3, 18	Производственное здание с металлическим каркасом, станки

	средние, кран мостовой, КИА, наземные трубопроводы, ОРУ
4, 19	Производственное здание из сборного железобетона, кран мостовой, станки средние, электрокары, трубопроводы на металлических эстакадах. ОРУ
5, 20	Кирпичное, бескаркасное производственное здание, станки средние, кран мостовой, трубопроводы наземные, КИА, электрокары
6, 21	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, электрокары, КИА, станки легкие
7, 22	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, трубопроводы. кран мостовой, электрокары, ОРУ
8, 23	Производственное здание с крановым оборудованием до 50т, кузнечно-прессовое оборудование, станки тяжелые, наземные кабельные линии, ОРУ, электрокары
9, 24	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки средние, кран мостовой, ковшовые конвейеры, электрокары, КИА
10, 25	Производственное здание с тяжелым крановым оборудованием, станки тяжелые, электрокары, кузнечно-прессовое оборудование, ОРУ, наземные трубопроводы
11, 26	Производственное здание с металлическим каркасом, кран мостовой, станки средние, электрокары, наземные кабельные линии, КИА
12, 27	Производственное здание из сборного железобетона, станки тяжелые, кран мостовой, наземные трубопроводы, станки легкие, ОРУ
13, 28	Кирпичное бескаркасное производственное здание, станки средние, электрокары, станки легкие, трубопроводы наземные, КИА
14, 29	Производственное здание со сплошным хрупким заполнением стен, кран мостовой, станки средние, ковшовые конвейеры, электрокары, ОРУ
15, 30	Производственное здание с железобетонным каркасом, станки тяжелые, кран мостовой, станки легкие, КИА, наземные трубопроводы

Таблица 7.3

Степень разрушения элементов цеха (участка) при различных избыточных давлениях ударной волны, кПа

Элементы цеха (участка)	Слабое разрушение	Среднее разрушение	Сильное разрушение	Полное разрушение
Производственные здания				
- с тяжелым крановым оборудованием	20–40	40–50	50–60	60–80
- с крановым	20–30	30–40	40–50	50–70

оборудованием, до 50 т				
- с металлическим каркасом	10–20	20–30	30–40	40–50
- с ж\б каркасом	10–20	20–30	30–40	40–50
- из сборного железобетона	10–20	20–30	30–50	50–60
- кирпичное бескаркасное	10–20	20–35	35–45	45–60
- со сплошным хрупким заполнителем стен	10–20	20–30	30–40	40–50
Оборудование цеха				
-станки тяжелые	25–40	40–60	60–70	–
- станки средние	15–25	25–35	35–45	–
- станки легкие	6–12	12–15	15–25	–
- краны мостовые	20–30	30–50	50–70	–
-кузнечно-прессовое оборудование	50–100	100–150	150–250	–
- ковшовые конвейеры	8–10	10–20	20–30	30–50
- открытые распределительные устройства	15–25	25–35	35–45	45–60
- контрольно-измерительная аппаратура	5–10	10–20	–	–
- кабельные наземные линии	10–30	30–50	50–60	–
- трубопроводы наземные	20–30	30–50	130	–
- трубопроводы на металлических и ж\б эстакадах	20–30	30–40	40–50	–
- электрокары	10–20	20–45	45–55	55–80

Сравнить расчетное значение $\Delta P_{ГВС}$ с величиной $\Delta P_{кри}$ для каждого элемента производства. Для этого проводим по графику линию, соответствующую расчетному значению $\Delta P_{ГВС}$. Оценку устойчивости объекта начинаем производить со здания. Если здание устойчиво к воздействию ударной волны, т. е. находится в зоне *слабых или в зоне нижнего значения диапазона давлений средних разрушений*, то и оборудование не пострадает.

При сравнении может возникнуть три варианта:

- а) не разрушается ни один элемент;
- б) разрушается часть элементов, но можно повысить их устойчивость;

в) разрушается большинство основных элементов, повысить их устойчивость невозможно или нецелесообразно.

Если выполняется условие б), то необходимо в отчете описать возможные способы повышения устойчивости объекта (см. табл. 5). Если выполняется условие в), то нужно емкость с ГВС отнести на безопасное расстояние от объекта. Расстояние найти по формуле определения $\Delta P_{ГВС}$.

Результаты оценки (график)устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны

Элементы объекта и их краткая характеристика	Степень разрушения при избыточном давлении, кПа								$\Delta P_{кр}$ для каждого объекта, кПа	$\Delta P_{кр}$ для производства, кПа
	10	20	30	40	50	60	70	80		
ЗДАНИЕ: одноэтажное кирпичное, бескаркасное, перекрытия из ж/б элементов									20	20
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: -краны и крановое оборудование; -станки тяжелые									30	20
									40	
КЭС (коммунально-энергетические сети) -воздуховоды на металлических эстакадах; -электросеть кабельная наземная									30	20
									30	

Условные обозначения степени разрушения объектов

(условные обозначения выбираются студентом произвольно)

Слабые разрушения	СИЛЬНЫЕ	Средние разрушения	Полные

Рисунок 7.1 График устойчивости объекта к воздействию воздушной ударной волны

Для этого в формулу вместо $\Delta P_{ГВС}$ подставить минимальное значение $\Delta P_{кри}$, которое определить из графика для ПОО (рис.4). При расчете последнее слагаемое в формуле не учитывать (значение мало и не влияет на расчет безопасного расстояния). Указать в отчете безопасное расстояние.

5. Предложить мероприятия для повышения устойчивости ПОО к воздействию воздушной ударной волны. Основные способы повышения устойчивости работы производственного объекта перечислены ниже.

а) *Повышение устойчивости зданий и сооружений* достигается за счет установки дополнительных каркасов, рам, подкосов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций, а также колонн, балок, металлических или железобетонных поясов.

Необходимо увеличить площади световых проемов и остеклить их армированным стеклом или прозрачными синтетическими материалами. *Невысокие сооружения* для повышения их прочности частично обсыпаются грунтом; *высокие сооружения* (трубы, вышки, башни, колонны) – закрепляются оттяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Рассредоточенное размещение элементов объекта: защита емкостей с химически опасными веществами и легковоспламеняющимися жидкостями – осуществляется за счет их обваловки (устройства земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости).

б) *Повышение устойчивости технологического оборудования:* сооружение над оборудованием специальных покрытий в виде кожухов, шатров, зонтов и т. п., защищающих его от повреждения обломками разрушающихся зданий. Прочное закрепление на фундаментах анкерными болтами оборудования, создающее устойчивость его к действию скоростного напора ударной волны.

в) *Дополнительные мероприятия.* Максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих, химически опасных веществ и легковоспламеняющихся жидкостей непосредственно на территории объекта, сверхнормативные запасы вывозятся на безопасное расстояние.

Индивидуальное задание

- 1) Изучить методические указания по выполнению работы.
- 2) Выписать в тетрадь исходные данные из таблиц 1 и 2 для своего варианта. Номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы.
- 3) Решить задачи и сделать выводы.

Результаты, полученные в ходе выполнения практической работы оформить в виде таблицы «Выводы по работе «Оценка устойчивости потенциально-опасного объекта к воздействию воздушной ударной волны» (табл. 7.4).

Таблица 7.4

№ п/п	Расчетная операция	Результат	Оценка
1.	Определение эквивалентной массы Q , органического вещества до аварии		
2.	Определение избыточного давления $\Delta P_{ГВС}$ во фронте ударной волны для производственного объекта		
3.	Степень разрушения производственного здания		
4.	Степени разрушения оборудование цеха:		
	Вывод по устойчивости производственного объекта Предложения по повышению устойчивости		
5.	Расчет безопасного расстояния от производственного цеха до емкости с ГВС		

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ БЫТОВЫЕ ДОЗИМЕТРЫ И РАДИОМЕТРЫ

Цели работы: ознакомить студентов:

1. С естественным радиационным фоном.
2. Радонем и его свойствами.
3. Определением мощности дозы γ -излучения естественного фона бытовыми дозиметрами.
4. Оценкой удельной активности радионуклидов в пробах пищевых продуктов.
5. Определением радиоактивного загрязнения предметов.

Порядок выполнения работы

1. Законспектировать в рабочую тетрадь ответы на контрольные вопросы.
2. Перечертить в тетрадь табл. 2.2-2.4 – в первом варианте и 2.5-2.6 – во втором варианте работы, заполнить их во время работы с прибором, в зависимости от того, какие бытовые дозиметры имеются в лаборатории.
3. Переписать формулы для расчета активности измеренных проб, рассчитать экспозиционную дозу в помещении, β -загрязненность продуктов питания и их удельную активность, сделать вывод о возможности использования измеренных проб.

Теоретическая часть

Радиационный фон – ИИ природных источников космического и земного происхождения, а также искусственных радионуклидов, рассеянных в биосфере в результате деятельности человека. Различают:

Естественный радиационный фон (ЕРФ) – это ИИ от природных источников внеземного (космического) и земного происхождения, действующее на человека на поверхности Земли.

ЕРФ создается *вторичным космическим излучением*, состоящим из мезонов (70 %), электронов и позитронов (26 %), небольшого числа первичных протонов (0,05 %), остальное составляет γ -излучение и быстрые нейтроны. Энергия первичного космического излучения очень велика (в среднем, 10^4 МэВ), поэтому оно губительно для всего живого. Оно состоит на 92 % из быстрых протонов, на 7 % из ядер гелия и на 1 % из ядер других элементов. Атмосфера служит своеобразным щитом, предохраняющим биологические объекты от воздействия первичных космических частиц. Космический фон зависит лишь от высоты местности и практически постоянен на всей территории нашей республики. Поток космических лучей у поверхности Земли равен примерно 1 частица/см² в одну секунду. Они облучают человека

в дозе 300 мкЗв в год. Из 20 известных космогенных радионуклидов наиболее значимыми являются углерод-14 (^{14}C – $T_{1/2}$ 5730 лет) и тритий (^3H – $T_{1/2}$ 12,35 лет).

Земное излучение создается радионуклидами, находящимися в грунте (граниты, глиноземы, песчаники, известняки), воздухе, воде, продовольствии и теле человека или животного. Этими радионуклидами являются: долгоживущие изотопы семейства урана-238 ($T_{1/2}$ – $4,47 \cdot 10^9$ лет), урана-235 ($T_{1/2}$ – $7,04 \cdot 10^8$ лет), тория-232 ($T_{1/2}$ – $1,41 \cdot 10^{10}$ лет). К ним относятся и короткоживущие изотопы радия и радона с $T_{1/2}$ от 3,92 с до 14,8 суток, а также долгоживущие одиночные радионуклиды, не образующие семейств (калий-40, $T_{1/2}$ – $1,28 \cdot 10^9$ лет; рубидий-87, $T_{1/2}$ – $4,7 \cdot 10^{10}$ лет).

Эти радионуклиды являются одними из главных источников природного облучения человека, от которого нет способа избавиться.

ЕРФ на поверхности Земли не является постоянной величиной. Его изменения связаны как с глобальными, так и с локальными аномалиями. У поверхности земли он изменяется в зависимости от высоты над уровнем моря: чем выше расположена территория, тем меньше слой экранирующей атмосферы и выше мощность вторичного космического излучения. На каждые 100 м над уровнем моря она увеличивается на 0,03 мЗв. Это явление называется *барометрическим эффектом*. Изменение космического излучения происходит и при удалении от экватора, так как уменьшается толщина тропосферы и ее экранирующее действие. Это явление носит название *широтного эффекта*.

Радиационный фон измеряют при помощи радиометра и выражают в мкЗв/ч (раньше – в мкР/ч). Значения естественного радиационного фона в Беларуси не превышает 0,10-0,11 мкЗв/ч. В Минске среднегодовой уровень мощности дозы γ -излучения находится в пределах от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч. Чернобыльское загрязнение повысило эти данные, особенно в городах Брагине (0,60 мкЗв/ч) и Славгороде (0,22 мкЗв/ч).

Техногенно измененный радиационный фон (ТИРФ) – это ИИИ созданные или рассеянные в биосфере в результате деятельности человека. К ним относят извлеченные из недр полезные ископаемые, главным образом, минеральные удобрения, содержащие радионуклиды, поступающие в среду продуктов сгорания органического топлива, используемые стройматериалы с высоким содержанием радионуклидов, авиация, повышающая воздействие на человека внеземных ИИИ, используемые бытовые предметы, содержащие естественные радионуклиды. ТИРФ формируют также ИИИ, используемые в медицине, и глобальные выпадения радионуклидов.

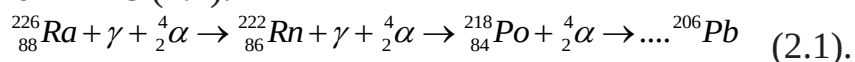
К ТИРФ относится и радиоактивный фон в помещениях. В них помимо естественного радиационного фона на человека влияет излучения *радионуклидов, которые содержатся в строительных материалах, и радон, который накапливается в помещении.*

В деревянных домах мощность экспозиционной дозы меньше, чем в кирпичных или бетонных. А в домах, построенных из шлакоблоков или бетона, мощность экспозиционной дозы больше, чем в кирпичных.

Основные составляющие радиационного фона помещений в значительной степени зависят от деятельности человека. Это вызвано, прежде всего, такими факторами, как выбор площадки для строительства, радиационных характеристик строительных материалов, конструктивных решений зданий и применяемых в них систем вентиляции. Измерения не всегда подтверждают сложившийся вывод о том, что в подвальных помещениях и на нижних этажах зданий радон скапливается в больших концентрациях, чем на верхних.

Безопасной средней **плотностью потока радона** по площади здания считается менее 80 мБк/м²·с для жилых зданий и 40 мБк/м²·с для малоэтажных коттеджей.

Радон и дочерние продукты его распада (ДПР) представляют собой природные радиоактивные газы. Радон (²²²Rn, T_{1/2} = 3,8 дней) образуется при α-распаде ²²⁶Ra (2.1) в естественном радиоактивном ряду ²³⁸U и распадается с образованием цепочки α- и β-излучающих ДПР и завершается стабильным изотопом ²⁰⁶Pb (2.1).



Торон (²²⁰Rn, T_{1/2} = 55,6 с) возникает при α-распаде ²²⁴Ra в ряду ²³²Th. Третий радионуклид радона – актинон (²¹⁹Rn, T_{1/2} = 3,9 с), продукт распада в цепочке ²³⁵U, мало распространен в природе и его обычно не учитывают. Наибольшую значимость имеют торон и радон. Однако торона в атмосфере в 10-100 раз меньше радона.

Радон – бесцветный инертный газ, не имеет ни вкуса, ни запаха, в 7,6 раза тяжелее воздуха. Радон и ДПР накапливаются внутри помещений вследствие их выделения из стен, потолков, полов. Он поступает из почвы, на которой построен дом, из подвалов и подпольного пространства, из строительных материалов, природного газа и воды, используемых в здании (рис. 1.1).

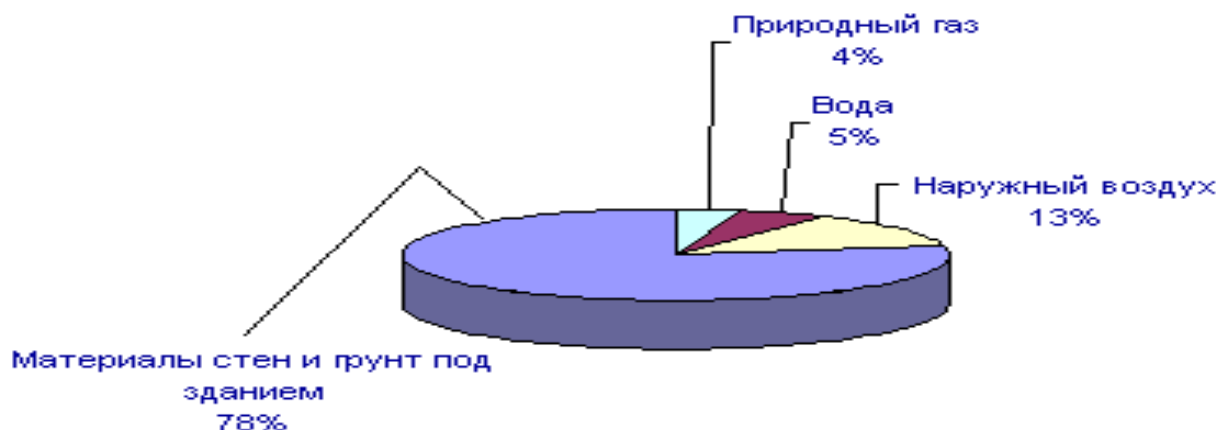


Рисунок 1.1 - Источники поступления радона в помещение

Из строительных материалов более радиоактивными материалами являются фосфогипс, газобетон с квасцовым глинистым сланцем и отвалы урановых рудников. Материалы с низкой активностью: дерево, природный гипс, песок и гравий.

Содержание радона в почвенном воздухе зон активных разломов возрастает до $15,0-20,0$ кБк/м³ (норма – $1,0$ кБк/м³). С геологической точки зрения более, 40 % территории Республики Беларусь является потенциально радоноопасной. В г. Минске зоны активных разломов создают серьезную опасность радонового загрязнения воздуха жилых и производственных помещений. Обычная концентрация радона в домах 30 Бк/м³. В отдельных случаях она достигает 400 Бк/м³ (например, в Дзержинском районе Минской области).

Если содержание радона в помещении превышает 400 Бк/м³, то жильцы должны быть переселены. При содержании радона в жилом доме 100 Бк/м³, жильцы его за счет радона получают среднегодовую эффективную дозу облучения, равную $0,61 \cdot 10^{-2}$ Зв/год.

Радон и ДПР попадают в организм человека при дыхании и вызывают развитие различных легочных заболеваний, а также рака легких. Распад ядер радона и его ДПР в лёгочной ткани вызывает микроожог, поскольку вся энергия α -частиц поглощается в точке распада. Особенно опасно сочетание воздействия радона и курения. Индивидуальные дозы облучения легких при этом могут достигать $20-30$ мЗв/год.

Загрязнение радиоактивное. Присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте в количестве, превышающем установленные уровни, принято называть радиоактивным загрязнением. Допускается использовать материалы только при условии низкого уровня содержания в них радионуклидов – с удельной β -активностью до $0,3$ кБк/кг.

Критерием для принятия решения о возможном применении в хозяйственной деятельности сырья, материалов и изделий, содержащих радионуклиды, является создание ими ожидаемой индивидуальной годовой эффективной дозы облучения не выше 10 мкЗв. При этом годовая коллективная эффективная доза не должна быть более 1 человеко-Зиверта.

Различают *поверхностное и структурное загрязнения* пищевых продуктов радионуклидами. Источниками радиоактивного загрязнения пищевых продуктов являются компоненты пищевых цепей: атмосфера → ветер → дождь → почва → растения → животные → человек. Такими компонентами пищевых цепей являются *радионуклиды естественного происхождения* (^3H , ^7Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{24}Na , ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th). Они постоянно присутствуют во всех объектах неживой и живой природы, начиная с момента образования нашей планеты.

В результате производственной деятельности человека, связанной с добычей полезных ископаемых, сжиганием органического топлива, созданием минеральных удобрений и т. п., произошло обогащение атмосферы естественными радионуклидами. Среди радионуклидов *искусственного происхождения* выделяют 21 наиболее распространенный, 8 из которых составляют основную дозу внутреннего облучения населения: ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{131}I , ^{95}Zr .

Загрязнение продуктов питания β -излучающими изотопами измеряют как поток радиационного излучения β -част./(см^2) (2.2):

$$1\beta\text{-част./}(\text{см}^2) = 1\text{расп./}(\text{см}^2) = 1\text{Бк/м}^2 \quad (2.2).$$

Загрязнение продуктов питания ^{137}Cs и ^{90}Sr нормируется Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде, а загрязненность остальными радионуклидами не нормируется.

Бытовые дозиметры – особый класс приборов, предназначенных для оценки *радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях* и других местах. Ими можно оценивать *загрязнение продуктов питания и воды*. Оценку радиоактивного загрязнения (удельной или объемной активности) продуктов питания и воды проводят методом прямого измерения.

Практическая часть

Вариант первый. Дозиметрия ИИ бытовым дозиметром «Белла» и радиометром «Сосна»



Рисунок 1.2 – Бытовой дозиметрический прибор «Белла»

Устройство и работа бытового дозиметра «Белла» – индикатора внешнего γ -излучения (рис. 1.2). Определяет уровень мощности эквивалентной дозы γ -излучения и оценивает экспозиционную дозу в бытовых условиях с пересчетом мкЗв/ч в мкР/ч ($1\text{Зв} = 114,5\text{Р}$). Основная погрешность измерения – 30 %, а время измерения – 45 с.

Органы управления прибора табло, индикаторы, крышка отсека батарейного питания расположены на боковой части корпуса и передней панели. На верхней боковой поверхности расположены лампочка индикатора напряжения элемента питания и кнопка «КОНТР. ПИТАНИЯ». В режиме «ИЗМЕРЕНИЯ» мощности эквивалентной дозы прибор считает импульсы от счётчика прибора. По окончании счета, время которого определяется внутренним таймером, на цифровом табло индуцируется число, соответствующее мощности эквивалентной дозы γ -излучения в мкЗв/ч.

Устройство и работа бытового β - γ -радиометра «Сосна». Радиометр предназначен для индивидуального контроля радиационной обстановки – измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения. Он позволяет также осуществлять в бытовых условиях измерение плотности потока β -излучения с загрязненных продуктов и определять удельную активность радионуклидов в продуктах.

Диапазоны измерений: мощности экспозиционной дозы – 0,01-9,99 мР/ч; измерения плотности потока β -излучения – 10-5000 част/см² мин; измерения объемной активности растворов (по изотопу ¹³⁷Cs) = 10⁻⁷-10⁻⁶ Ки/л. Время измерения – 20 ± 5 с.



А



Б

Рисунок 1.3 –
Бытовой радиометр
«Сосна»

А. Батарейный
отсек приоткрыт.
Показывает 16
микроРентген/час
Б, Блок детекторов
прибора «Сосна».
Видны 4 счётчика
Гейгера СБМ-20 и
часть корректора
спектра
чувствительности
(свинцовая фольга
справа)

В верхней части на лицевой панели прибора расположены органы управления и индикации, отсек элемента питания с крышкой. Внутри верхней части корпуса размещены 2 печатные платы. В нижней части корпуса расположена плата с установленными на ней счетчиками излучений. К нижней части корпуса крепится поворотная задняя крышка, являющаяся экранирующим фильтром. Между датчиками и задней крышкой установлена тонкая пленочная прокладка.

При установке переключателя режимов работы в положение «МД», в приборе работает внутренний таймер, который через заданное время прекращает счет импульсов. Импульсы возникают при попадании ионизирующих частиц в рабочие объемы счетчиков.

При установке переключателя режимов работы в положение «Т», таймер прибора не работает. Время счета импульсов контролируется по часам. На цифровом табло индуцируется количество импульсов на заданный период времени.

Процесс измерения мощности дозы. Перед включением ознакомьтесь с устройством прибора, руководством по его эксплуатации, с порядком подготовки к работе.

Корпус прибора состоит из 2-х частей, соединенных между собой винтами (рис. 1.3).

1. **Включить прибор «Белла».** На цифровом табло высвечиваются нули и точки после каждого разряда – 0. 0. 0. 0. Измерение мощности эквивалентной дозы длится 40 с. Затем точки исчезнут, и останется только одна точка, фиксирующая показания в мкЗв/ч, например, 0,15. Показания на табло будут сохраняться в течение 40 с, после чего они автоматически сбросятся, и начнется следующее

измерение. Измерение можно начать, не дожидаясь 40 с. Для этого необходимо нажать кнопку «КОНТР ПИТАНИЯ».

2. **Включить прибор «Сосна».** Перевести переключатель режима работы в положение «МД». Включить прибор. Нажать кнопку «ПУСК», на цифровом табло должны появиться точки после каждого разряда 0.0.0.0. и начаться счет импульсов. Через 20 ± 5 с измерение закончится, что сопровождается звуковым сигналом, а на цифровом табло фиксируется число с одной точкой, например, 0.012.

Это показание прибора и будет соответствовать мощности экспозиционной дозы γ -излучения, измеренной в мР/ч. Измерения провести 5 раз. Полученные значения записать в (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Измерение мощности эквивалентной и экспозиционной дозы

Прибор	1	2	3	4	5	Среднее значение показаний прибора	Среднее значение измеренной величины в мкР
«Белла» (мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч)							
Сосна (мощность экспозиционной дозы, мР/ч)							

Рассчитать среднее значение. Перевести среднее значение в мкР/ч. Перевести полученное значение мкЗв/ч на приборе «Белла» в мкР/ч. Для этого следует вспомнить, что для γ -излучения $1 \text{ Зв} = 114,5 \text{ Р}$.

Сравнить величину техногенно измененного естественного фона, полученного на приборах «Белла» и «Сосна» с данными о том, что в Минске среднегодовой уровень мощности дозы γ -излучения находится в пределах от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч. Это данные естественного фона, измеряемые на улице. В помещении они будут выше (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Мощность экспозиционной дозы в помещении в зависимости от использованного при строительстве материала

Строительный материал	мР/ч	Строительный материал	мР/ч
Гранит	28-45	Известняк	5
Вулканический туф	24	Гипс	4
Кирпич	16-33	Дерево	< 0,4
Бетон	15-21		

Измерение β -загрязненности поверхности материалов (древесины, торфа, лекарственного сырья, зеленой массы для корма скоту):

1. Перевести переключатель режима работы в положение «МД».
2. Положить прибор плоскостью, закрытой задней крышкой, на исследуемую пробу.
3. Закрывать заднюю крышку прибора и нажать кнопку «Пуск».
4. Показания прибора занести в строку N_{γ} табл. 1.3. Данные записывают в виде целых чисел без нулей. Например, если показания на табло 0,040, то в таблицу необходимо подставить значение 40. Измерения провести не менее трех раз. Осторожно открыть заднюю крышку прибора.
5. Аналогичные измерения с п. 4 выполнить с открытой задней крышкой и показания прибора занести в строку $N_{\gamma+\beta}$ в табл. 2.3 в виде целых чисел без нулей. Измерения провести не менее трех раз.
6. Выключить прибор и закрыть заднюю крышку прибора.
7. Рассчитать средние значения для N_{γ} и $N_{\gamma+\beta}$. Данные занести в табл. 2.3.
8. Вычислить величину плотности потока β -излучения с поверхности проб по формуле:

$$q = K_s \cdot (N_{\gamma+\beta_{cp}} - N_{\gamma_{cp}}) \text{ част./}(\text{см}^2 \cdot \text{мин.}),$$

где $N_{\gamma+\beta}$ ср и N_{γ} ср. – средние значения показаний прибора с открытой и закрытой задней крышкой (число импульсов соответствует числу радиоактивных распадов в исследуемом веществе). Коэффициент счета прибора K_s равен 0,5 част./($\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$).

Таблица 1.3

Измерение β -загрязненности поверхности материалов

Исследуемая проба	Показания «Сосны» (имп.)				Среднее значение измерений	Плотность β -потока исследуемой пробы (q)
	N_{γ}					
	$N_{\gamma+\beta}$					
	N_{γ}					
	$N_{\gamma+\beta}$					
	N_{γ}					
	$N_{\gamma+\beta}$					

В выводах записать наименование пробы, в которой плотность β -потока превышает 3 част./($\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$), как негодную для употребления.

Оценка удельной активности радионуклидов в пробах прибором «Сосна»:

1. Установить переключатель режима работы в положение «Т».
2. Открыть заднюю крышку прибора.
3. Включить прибор и подготовить часы или секундомер для фиксации времени измерения.
4. Установить прибор на пустую кювету и выполнить измерение исследуемого вещества. Время измерения $t = 10$ мин. Показания прибора N_{ϕ} занести в таблицу 1.4 без учета запятой, например, показание 0,525 записывают в таблице как 525.
5. Установить прибор на кювету с исследуемым веществом.
6. Нажать кнопку «ПУСК». Провести исследования аналогично пункту 4.
4. Через $t = 10$ мин нажать кнопку «СТОП». Показания прибора ($N_{\phi} + \text{пр}$) занести в таблицу 1.4.
7. Выключить прибор. Снять его с кюветы и закрыть заднюю крышку.
8. Произвести оценку величины активности радионуклидов в пробе по формуле:

$$A = K_n (N_{\phi + \text{пр}} / t_2 - N_{\phi} / t_1), \text{Бк} / \text{кг},$$

где K_n – коэффициент прибора, равен 300. $t_1 = t_2 = 10$ мин. = 600 сек. Все расчеты следует производить с точностью до второго знака после запятой.

Таблица 1.4

Оценка удельной активности радионуклидов в пробах

Исследуемая проба	Длительность измерения с пустой кюветой, мин (t_1)	Показания прибора с пустой кюветой, N_{ϕ}	Длительность измерения с пустой кюветой, мин (t_2)	Показания прибора с пробой, $N_{\phi + \text{пр}}$	Удельная активность пробы, А Бк/кг	Данные РДУ

9. Полученное значение активности пищевого продукта сравнить с данными, приведенными в табл. 1.5, или с РДУ (табл. 1.5), а древесины, торфа, брикета, лекарственного сырья и зеленой массы для корма скоту – в табл. 1.6. Сделать вывод о пригодности к использованию исследуемых образцов.

Таблица 1.5

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-2001)

Наименование продуктов	Бк/кг, Бк/л
Молоко сгущенное и концентрированное	200
Творог и творожные изделия. Сыры сычужные и плавленые	50
Масло сливочное	100
Мясо и мясные продукты, в том числе: говядина, баранина и продукты из них	500
Свинина, птица и продукты из них	180
Картофель	80
Хлеб и хлебобулочные изделия. Жиры растительные. Фрукты	40
Мука, крупы. Сахар	60
Жиры животные и маргарин. Овощи и корнеплоды	100
Садовые ягоды	70
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	74
Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	185
Грибы свежие	370
Грибы сушеные	2500
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	37
Прочие продукты питания	370
<i>Для стронция-90</i>	
Вода питьевая	0,37
Молоко и цельномолочная продукция. Хлеб и хлебобулочные изделия. Картофель	3,7
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	1,85

Таблица 1.6

Допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs в пробах

Наименование проб	Бк/кг
Древесина	740
Торф, брикеты	1220
Лекарственное сырье	370
Зеленая масса для корма скоту	165

Вариант второй. Дозиметрия ИИ бытовыми дозиметрами-радиометрами МКС-АТ6130 и МКС-АТ6130С (рис. 1.4).

Дозиметр-радиометр «МКС-АТ6130» предназначен для:

- измерения мощности амбиентного эквивалента дозы Н*/ч (мощность дозы) и амбиентного эквивалента дозы Н* (доза) рентгеновского и γ -излучения;
- измерения плотности потока β -частиц, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности;
- оперативного поиска ИИИ и радиоактивных материалов.



Рисунок 1.4 - Бытовой дозиметр-радиометр МКС-АТ6130

Прибор имеет корпус, на передней панели которого находятся ЖКИ, светодиодный индикатор и кнопки управления.

На задней стенке корпуса расположена откидывающаяся крышка-фильтр с магнитным фиксатором и меткой центра детектора, а также этикетка. Крышка-фильтр закрывает специальное окно детектора, защищенное металлической сеткой и полимерной металлизированной пленкой.

На верхней торцевой крышке находится разъем для подключения головного телефона в отверстие звукового излучателя. На нижней торцевой крышке находятся входное отверстие батарейного отсека и этикетка со схемой установки элементов питания. Внутри приборов за задней стенкой корпуса расположен газоразрядный счетчик.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130С - предназначен для таких же исследований, как и МКС-АТ6130, за исключением невозможности на нем измерять плотность потока β -частиц (рис. 1.5).

Подготовка приборов к работе:

1. Включение и выключение: Прибор включается нажатием кнопки , а выключается быстрым трехкратным ее нажатием.



Рисунок 1.5 – Бытовой дозиметр-радиометр МКС-АТ6130С

2. При включении прибора появляется надпись «АТОМТЕХ», дата создания программы, и через 3-5 с (в случае успешного завершения самоконтроля) прибор переходит в режим индикации измерения мощности дозы. Перейти к измерению можно и через **режим меню**.

3. При завершении операции через 1-2 с прибор выключается, при выключении прибор индицирует «ОТКЛ». *Выключение прибора возможно только в режиме индикации измерений!*

4. Прибор имеет функцию контроля разряда элементов питания и на табло соответствующий индикатор «».

5. При полном разряде элементов питания прибор

индицирует «Батарея разряжена!!!» и выключается.

6. Если в процессе работы на табло появляется сообщение «Егг хх», где хх – код ошибки, то это свидетельствует о неисправности. Дальнейшая работа с прибором невозможна.

Измерение мощности дозы облучения дозиметрами- радиометрами МКС-АТ6130 и МКС-АТ6130С:

1. *Включить прибор.* Прибор находится в режиме постоянного измерения мощности дозы и дозы. В этот же режим можно войти и через меню. Для этого надо соблюсти следующую последовательность:



В режиме индикации мощности дозы на табло выводится текущее среднее значение мощности дозы (pSv/h, mSv/h) и соответствующее ему значение статистической погрешности (%).

2. Параметр статистической погрешности (от 200 % до 1 %) зависит от времени измерения мощности дозы. Чем больше накоплено результатов измерений для расчета мощности дозы, тем лучше статистический показатель.

3. Измерив первый раз, прибор автоматически начинает новый цикл измерений мощности дозы (при этом накопленная доза не сбрасывается). Момент начала нового цикла измерений сопровождается короткой звуковой сигнализацией и световой индикацией. Происходит скачкообразное увеличение значения статистической погрешности, а затем его постепенное уменьшение по мере накопления результатов. Надо зафиксировать 5 таких измерений и записать их в табл. 1.7 для каждого прибора отдельно.

Таблица 1.7

Измеренная мощность дозы и дозы облучения

Прибор	Вид измерения	Данные измерений					Среднее значение замеренной величины в мкЗв/ч и мкЗв
		1	2	3	4	5	
Дозиметр-радиометр «МКС-АТ6130»	Мощность дозы						
	Доза						
Дозиметр-радиометр «МКС-АТ6130С»	Мощность дозы						
	Доза						

1. Можно сбросить и перезапустить заново измерение мощности дозы, нажав кнопку , что не повлияет на измерение дозы.

2. В случае превышения порога по мощности дозы появляется звуковая сигнализация (пять коротких звуков и длинная пауза) и мигающая индикация «4». Если одновременно превышен порог и по мощности, и по дозе, то оба звуковых сигнала будут чередоваться.

3. Если при измерении мощности дозы появляется индикация «OL mSv/h», сопровождающаяся непрерывной звуковой сигнализацией и световой индикацией, это означает, что превышен предел измерений мощности дозы:

а) мощность дозы рентгеновского и γ -излучения в диапазоне: от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч;

б) доза рентгеновского и γ -излучения в диапазоне: от 0,1 мкЗв до 100 мЗв;

в) плотность потока β -частиц в диапазоне от 10 до 10^4 мин⁻¹см⁻².

Измерение дозы облучения дозиметрами-радиометрами «МКС-АТ6130» и «МКС-АТ6130С»:

1. Приборы находятся в режиме постоянного измерения дозы и мощности дозы. Через меню прибора переключают функцию измерения для режима индикации дозы облучения:

 → РЕЖИМ → ДОЗА

2. В режиме индикации дозы на табло выводится текущее значение накопленной дозы (nSv, nSv, mSv и Sv).

3. Сбросить и перезапустить заново измерение дозы можно, нажав кнопку . Так надо сделать 3 раза и результаты измерения записать в табл. 2.5.

4. Если при измерении дозы появляется индикация «OL mSv», сопровождающаяся непрерывной звуковой сигнализацией и световой индикацией, это означает, что превышен предел измерений дозы.

5. В случае появления сообщения «OL мощн. дозы», погрешность измерения дозы не нормируется, так как был превышен предел измерений мощности дозы.

По результатам измерений сделать заключение об уровне мощности дозы и дозы облучения в данной аудитории.

Измерение плотности потока β -частиц производят прибором МКС-АТ6130 при открытой крышке фильтра.

ВНИМАНИЕ: необходимо оберегать от повреждений защитную металлизированную пленку в окне детектора!

1. Режим индикации плотности потока включается автоматически при открытии крышки-фильтра, а также через меню прибора (при открытой крышке-фильтре):



РЕЖИМ → ПЛ.
ПОТОКА

2. В режиме индикации плотности потока на табло выводится текущее значение плотности потока ($1/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$, $10/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$) и соответствующее ему значение статистической погрешности (%). Измерение плотности потока выполняется с автоматическим вычитанием фона!

3. Измерение плотности потока β -частиц: установить прибор с открытой крышкой-фильтром на кювету с измеряемой пробой так, чтобы плоскость задней стенки корпуса прибора находилась на расстоянии 15 ± 3 мм от исследуемой поверхности.

4. Произвести 5 измерений, сбрасывая и перезапуская заново измерение плотности потока, нажав кнопку . Прибор автоматически начинает новый цикл измерений плотности потока, сопровождаемый короткой звуковой и световой сигнализацией. Результаты измерения записать в таблицу 1.8.

Таблица 1.8

Измерение плотности потока β -частиц поверхностной радиоактивной загрязненности

Измеренная проба	Данные измерений					Среднее значение измеренной величины в $1/\text{мин} \cdot \text{см}^2$
	1	2	3	4	5	

5. В случае превышения порога по плотности потока появляется звуковая сигнализация (пять коротких звуков и длинная пауза) и мигающая индикация «4».

Выводы по выполненной работе

Сделать выводы о соответствии измеренных величин исследуемых проб допустимым значениям.

Вопросы к зачету

1. Какие виды излучения присутствуют в естественном радиационном фоне и почему?
2. Какие радионуклиды создают земное излучение?
3. Чем опасен радон для человека? Дать его краткую характеристику.
4. Чем отличается естественный радиационный фон от техногенно измененного естественного радиационного фона?
5. Чем отличается первичное космическое излучение от вторичного?
6. Какие антропогенные источники радиационного излучения

существуют?

7. Что называется радиоактивным загрязнением, чем оно создается и как измеряется?
8. Какие дозы измеряет дозиметр «Белла» и какие – радиометр «Сосна»? Единица их измерения?
9. Для чего используют радиометры и дозиметры?
10. Чем отличаются по своим возможностям измерения бытовой дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 от бытового дозиметра-радиометра МКС-АТ6130С?
11. Как устроены бытовые дозиметры и особенности их работы?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ β -АКТИВНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ β -РАДИОМЕТРОМ РУБ-01П1

Цели работы – ознакомить студентов:

С загрязнением продуктов питания в нашей республике.

Оценкой путей поступления радионуклидов в организм человека.

Коэффициентами перехода радионуклидов в продукты питания.

Устройством и принципами работы β -радиометра РУБ-01П.

Работой с прибором и определением удельной активности β -излучающих радионуклидов в продуктах питания.

Порядок выполнения работы

Законспектировать в рабочую тетрадь ответы на вопросы к зачету.

Перечертить в тетрадь таблицу и переписать формулу для расчета активности, заполнить таблицу во время работы с прибором, рассчитать полученные данные и сделать вывод о результатах выполненных измерений.

Теоретическая часть

После того, как радионуклиды выпали на поверхность земли, происходит их **включение в биологические объекты**: траву, злаки, овощи, грибы и др., куда они поступают с водой и минеральными веществами из почвы по корневой системе. Помимо поступления радионуклидов в растения через корни существует поступление их через листья, стебли и плоды. По скорости листового всасывания радионуклиды можно расположить в ряд: цезий – барий – стронций. По степени возрастания поступления в растения из почвы по корневой системе радионуклиды можно расположить в следующий ряд: стронций-89 – стронций-90 – йод-131 – барий-140 – цезий-137. Интенсивность этого процесса обусловлена типом почвы.

Радионуклиды мигрируют к человеку по следующим основным пищевым **цепочкам**:

- водоемы – фитопланктон (водоросли и т. п.) – зоопланктон – моллюски – рыба – человек;
- сточные воды – почва – растения – человек;
- атмосфера (ветер, дождь) – почва – растения (злаки, овощи, ягоды, грибы) – человек;
- атмосфера – вода – человек;
- почва – растения – коровы – молоко – человек;
- почва – растения – домашние и дикие животные – мясо – человек (рис. 2.1).

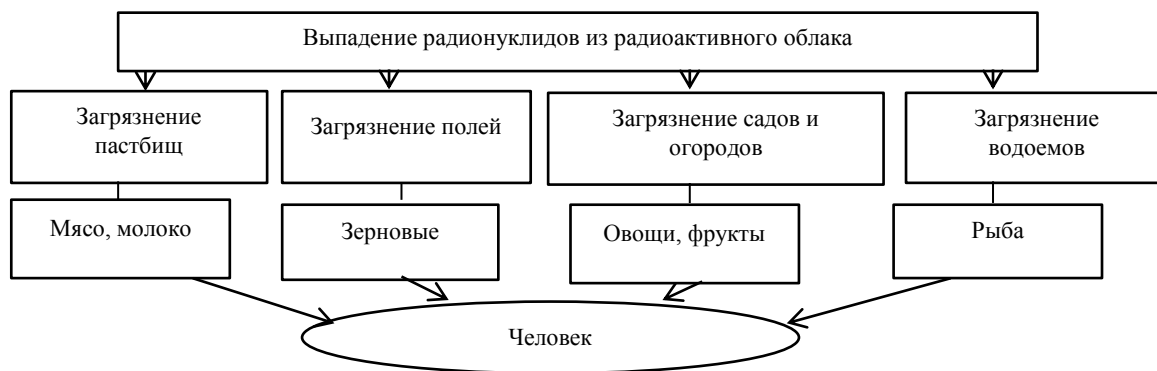


Рисунок 2.1 - Пищевые цепочки радионуклидов черномыльского происхождения

Пищевая цепочка радионуклида - путь, который проходит радионуклид из почвы к человеку через промежуточные продукты питания. Для оценки поступления радионуклидов из почвы в растения используют коэффициенты перехода через корневую систему, а также коэффициенты накопления или коэффициенты концентрации (K_n).

Коэффициент перехода через корневую систему – это отношение содержания радионуклида в почве к количеству его в корнях.

Коэффициент накопления – отношение содержания радионуклида в растительной массе к содержанию радионуклида в почве. Коэффициент накопления различными культурами ^{90}Sr изменяется от 0,02 до 12, ^{137}Cs - от 0,02 до 1,1.

В результате хлебобулочные изделия и мясо, например, имеют большую радиоактивность, чем молоко, сметана, масло, кефир.

Величина накопления радионуклидов зависит от:

- 1) свойств радионуклидов и форм нахождения их в почве;
- 2) физико-химических параметров почвы;
- 3) биологических особенностей растений;
- 4) агротехники возделывания;
- 5) погоднo-климатических условий.

По убывающей способности накапливать цезий-137 растения можно расположить следующим образом: разнотравье заболоченных лугов; зеленая масса люпина; многолетние злаковые травы; зеленая масса рапса, клевера, гороха, вики; солома овса; зеленая масса кукурузы; зерно овса, ячменя; картофель; кормовая свекла; зерно озимой ржи и пшеницы.

По аналогичной способности, но по отношению к стронцию-90, растения располагаются: зеленая масса клевера, люпина, гороха, рапса, вики, многолетних злаковых трав; солома ячменя; зеленая масса озимой ржи; кормовая свекла; зеленая масса кукурузы; солома овса, озимой ржи; зерно ячменя, овса, озимой ржи; картофель.

В настоящее время большинство радионуклидов поступает человеку с продуктами растениеводства и животноводства через желудочно-кишечный тракт. Существует несколько основных типов распределения радионуклидов в организме человека: равномерный (^3H , ^7Li , ^{22}Na , ^{40}K , ^{85}Rb ,

^{137}Cs), скелетный (^{45}Ca , ^{90}Sr , ^{140}Ba , ^{226}Ra), печеночный (^{238}U , ^{125}Sb , ^{76}As , ^{75}Se) и тиреотропный (^{131}J , ^{211}At). На поступление радиоактивных элементов внутрь человека влияет набор продуктов, которыми он питается.

Для того чтобы максимально ограничить поступление радионуклидов в организм человека с продуктами питания, в Беларуси введены республиканские допустимые уровни. В настоящее время действуют Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде, утвержденные в 1999 г. и продленные в 2001 г.

Для продуктов питания, потребление которых составляет менее 10 кг/год на человека (например, сухие грибы), устанавливаются допустимые уровни, в 10 раз более высокие, чем величины для прочих пищевых продуктов.

Практическая часть

β -радиометр РУБ-01П1 предназначен для измерения удельной и объемной активности β -излучающих радионуклидов в пробах пищевых продуктов и др. β -Радиометр имеет 2 блока детектирования. В одном из них блок детектирования состоит из 10 сцинтилляционных пластинок, в другом – сцинтиллирующий слой нанесен на оргстекло и закрыт пленкой с отражательным светозащитным покрытием.

Работа β -радиометра основана на преобразовании световых вспышек в чувствительном объеме детектора в ток. Диапазон измерения β -радиометра с блоком детектирования по ^{137}Cs составляет $1 \cdot 10^5$ – $2 \cdot 10^5$ Бк/кг, Бк/л, чувствительность – $2,6 \cdot 10^{-6}$ Бк/кг, погрешность ± 50 %.

Назначение кнопок управления прибором:

1. Кнопка «ВКЛ» предназначена для включения измерительного устройства.
2. Кнопка «ЭКСПОЗ» служит для установки нужного времени набора информации или режима контроля.
3. Кнопки «ПУСК» и «СТОП» предназначены для управления работой измерительного устройства в режиме набора информации « ∞ ». Работа устройства при наборе информации индуцируется светодиодом. Превышение емкости счета индуцирует светодиод.
4. Кнопка «ПУСК МК» предназначена для отключения пусковой цепи микро-ЭВМ во время набора программы или окончания цикла измерений.
5. Кнопка «N*10» предназначена для пересчета поступающей информации в 10 раз и расширения емкости счета, индикатора.
6. Кнопка «ПОДСВЕТ» предназначена для кратковременной подсветки индикатора в темное время суток.

Подготовка прибора к работе:

1. Нажатием кнопки «ВКЛ», включить радиометр (должны загореться светодиоды «1» и цифры индикатора).
2. Нажать и отпустить кнопку «ЭКСПОЗ» несколько раз. Последовательно должны загореться и погаснуть светодиоды «1», «10», «100», «1000», «1800», «∞», «К».
3. Кнопкой «ЭКСПОЗ» добиться индикации «∞» и выдержать радиометр во включенном состоянии 15 мин.
4. Нажатием кнопки «ЭКСПОЗ» добиться загорания диода «К». В этом режиме на цифровом табло с периодичностью 10 с должны высвечиваться числа « 7680 ± 2 », гореть светодиод с одновременной выдачей короткого звукового сигнала. Если число отличается от этого показателя, то прибор считается неисправным.

Измерение удельной активности радионуклидов в пробах:

1. Нажать и отпустить кнопку «ЭКСПОЗ» несколько раз и добиться индикации «100», т. е. время одного измерения – 100 с.
2. Нажать кнопку «ПУСК», начнется счет импульсов. Через время индикации t , указываемое светящимся диодом, прибор издает звуковой сигнал, а на цифровом табло фиксируется число импульсов. После 3-5 с происходит автоматический сброс результата и начинается новое измерение. Измерить пять раз. Записать показания индикатора с учетом времени счета в табл. 2.1 в графу измерения фона N_{ϕ} .
3. Вставить кювету с пробой в блок детектирования. Нажать кнопку «ПУСК». В конце измерения после звукового сигнала записать показания индикатора в таблицу 2.1 в графу измерения $N_{\phi+пр}$.
4. Повторить действия по пункту 2 пять раз с новой пробой и записать показания-индикатора в табл. 2.1 в графу измерения $N_{\phi+пр}$.
5. Выключить β -радиометр, переведя кнопку «ВКЛ» в положение «ОТКЛЮЧЕНО».
6. Рассчитать средние значения для N_{ϕ} и $N_{\phi+пр}$. Данные занести в табл. 2.1 графы $N_{\phi\text{ ср}}$ и $N_{\phi+пр\text{ ср}}$.
7. Вычислить величину удельной активности проб по формуле:

$$A = \frac{N_{(\phi+пр)ср} - N_{(\phi)ср}}{P \cdot t}, \text{ Бк / кг},$$

где P – коэффициент чувствительности, равный $2,6 \cdot 10^{-4}$ (для ^{137}Cs).

Средние значения: $N_{\phi+пр}$ – показание измерения пробы (число импульсов); N_{ϕ} – показание измерения фона (число импульсов); t – время в секундах.

Все расчеты проводить с точностью до второго знака после запятой.

Выводы по выполненной работе

Сделать выводы о соответствии замеренной активности проб допустимым значениям. Допустимые значения представлены в (табл.2.1).

Таблица 2.1

Результаты собственных исследований

Название исследуемой пробы	№ измерения	Измерение фона N_{ϕ}	Измерение фона $N_{\phi+пр}$	Удельная активность пробы (A_m), Бк/кг	Допустимое значение активности пробы Бк/кг (РДУ 2001)	% отклонения от РДУ
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	Среднее значение					
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	Среднее значение					

Вопросы к зачету

1. Устройство и принцип работы сцинтилляционного детектора.
2. Что называется пищевой цепочкой радионуклида? Какие пищевые цепочки Вы знаете?
3. Все ли растения одинаково накапливают радионуклиды?
4. Что называется коэффициентом перехода радионуклидов из почвы в продукты питания? У каких продуктов он высокий, у каких – низкий?
5. Как распределяются радионуклиды в организме человека?
6. Какую цель преследуют, вводя РДУ-2001?
7. От чего зависит величина накопления радионуклидов в организме человека?
8. Как устроен β -радиометр РУБ-01П1 и для чего он предназначен?
9. По какой формуле вычисляют величину удельной активности проб?
10. Какие из исследованных Вами пищевых продуктов превышают допустимые уровни?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цели работы

1. Определить изменения потока γ -фотонов ИИ в зависимости от расстояния.
2. Исследовать эффективность защиты от ИИ различными материалами (экранами).

Порядок выполнения работы

1. Законспектировать в тетрадь ответы на вопросы к зачету.
2. Перечертить в тетрадь таблицы и заполнить их во время работы с прибором, рассчитать полученные данные и сделать вывод о результатах выполненных измерений.

Теоретическая часть

Основные принципы защиты от ИИ заключаются в соблюдении основных дозовых пределов; снижении до наиболее возможного низкого уровня дозы излучения; исключении даже малейшего необоснованного облучения.

Средства и методы защиты от ИИ делят на организационные, технические, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические. По способам радиационной защиты различают химическую, биологическую и физическую защиту.

Химическая защита от ИИ – это защита организма при помощи химических веществ. К ним относят лечебно-профилактические средства, блокирующие накопление в щитовидной железе радиоактивного йода (^{131}I , ^{133}I). Для этого используют **йодистый калий**.

Радиопротекторы – химические препараты, предназначенные для уменьшения воздействия ИИ на организм человека. Известны более тысячи различных радиопротекторов.

Биологическая защита от ИИ – все меры по укреплению защитных свойств организма. К ним относят **адаптогены** – фармакологическая группа препаратов природного или искусственного происхождения, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма действию радиоактивного излучения.

Использование адаптогенов необходимо сочетать с полноценным и достаточным по калорийности питанием, содержащим сбалансированное количество белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов.

Из витаминов важную роль играют витамины А, С и Е, обладающие антиоксидантными свойствами и помогающие освободиться от свободных радикалов воды и липидов. Витамины же группы В и РР обладают общеукрепляющим действием на организм.

Антиоксидантными свойствами обладают и микроэлементы: цинк, медь и селен. Они содержатся в печени, раках, орехах, треске, креветках.

Физические методы защиты. Защита от негативного воздействия внешнего ИИ достигается путем:

- Снижения мощности ИИИ до минимально необходимой величины («защита количеством»).

- Увеличение расстояния между ИИИ и персоналом («защита расстоянием»). Излучение уменьшается с удалением от компактного источника (пропорционально квадрату расстояния). Если на расстоянии 1 м от ИИИ дозиметр фиксирует 1000 мкР/ч, то уже на расстоянии 5 м показания снизятся приблизительно до 40 мкР/ч.

- Уменьшение продолжительности работы персонала в зоне излучения («защита временем»). Чем меньше время пребывания вблизи ИИИ, тем меньше полученная от него доза облучения.

- Установление между ИИИ и персоналом защитного экрана («защита экраном»). Между человеком и ИИИ должно оказаться как можно больше вещества. Чем его больше и чем оно плотнее, тем большую часть радиации это вещество поглотит.

- Дезактивацией (удалением радионуклидов) продуктов питания, воды, различных поверхностей.

- Использованием средств индивидуальной защиты и предупреждением знаком радиационной опасности, постоянным контролем за уровнем излучения и за дозами облучения персонала.

- Регулярным проветриванием и вентиляцией помещений, рабочих объемов, позволяющих уменьшить облучение человека радоном и продуктами его распада.

Защита от внутреннего облучения достигается путем нормирования содержания радионуклидов в продуктах питания, исключения непосредственного контакта с радиоактивными веществами в открытом виде и предотвращения попадания их в окружающую среду. Для этого снижают поступление в организм радионуклидов с пищей, обеспечивают усиление выведения радионуклидов из организма через кишечник, почки и потовые железы, используют продукты и пищевые добавки, обладающие защитным действием, используют продукты, содержащие пищевые волокна, пектины, камедь, лигнины, связывающие в кишечнике радионуклиды и выводящие их из организма.

Воздействие ионизирующего излучения на ткани организма имеет 5 стадий:

1. *Образование заряженных частиц.* Проникающие в ткани организма α - и β -частицы теряют энергию вследствие электрических взаимодействий с электронами тех атомов, близ которых они пролетают.

2. *Электрические взаимодействия.* Под влиянием проникающей радиации от атомов ткани организма отрываются электроны. Они заряжены отрицательно, поэтому оставшая часть исходного нейтрального атома становится положительно заряженной. Этот процесс называется ионизацией. Оторвавшиеся электроны могут ионизировать другие атомы.

3. *Физико-химические изменения.* И свободный электрон, и ионизированный атом не могут долго находиться в таком состоянии. Поэтому они вступают в сложную цепь реакций, в результате которых образуются новые молекулы. В их состав входят такие чрезвычайно реакционно-способные молекулы, как «свободные радикалы». Они обладают сильными окислительными и токсическими свойствами.

4. *Химические изменения.* Образовавшиеся свободные радикалы реагируют как друг с другом, так и с другими молекулами. Вступая в соединения с органическими веществами, они вызывают значительные химические изменения в клетках и тканях. Химический состав клетки изменяется в результате радиолиза её компонентов или метаболических процессов взаимодействия различных клеточных органелл, денатурации белковых и других органических структур с образованием токсических гистаминоподобных веществ. Наступает деполимеризация гиалуроновой кислоты, глико- и липопротеидов, нарушается проницаемость клеточных мембран, структура ДНК и РНК.

5. *Биологические эффекты.* Могут наступить как через несколько секунд, так и через десятилетия после облучения и явиться причиной немедленной гибели клеток или способствовать развитию:

1) *ранних изменений в клетках*, которые приводят к возникновению рака; генетическим мутациям, оказывающим влияние на будущие поколения; поражению плода и зародыша вследствие облучения матери в период беременности; развитию лучевой болезни.

2) *отдаленных последствий:* увеличения количества раковых заболеваний, лейкозов, повышения генетического груза, укорочения продолжительности жизни.

Практическая часть

Радиометр СРП-88П предназначен для измерения потока γ -излучения. Он регистрирует импульсы, поступающие от сцинтилляционных блоков детектирования. Величина интенсивности потока γ -излучения фиксируется на табло пульта.

Измерение изменения интенсивности потока γ -излучения в зависимости от расстояния между источником излучения (блоком детектирования) и пультом цифрового измерителя (защита расстоянием).

За начальную точку измерения (R_0) принято расстояние, равное 3 см. Дальнейший отсчет расстояния (R , высоты) ведется в соответствии со шкалой, установленной с левой стороны пульта управления ($R = 6, 11, 16, 21$ и 25 см). Интенсивность потока на расстоянии, равным 25 см, принимается за естественный радиационный фон.

На каждом расстоянии производится пять замеров. Результаты измерений, абсолютные числовые значения (показание прибора 0,821 абсолютное число 821), записывают в табл. 3.1.

По результатам измерений потока γ -излучения провести вычисление величин и сделать вывод о влиянии расстояния на интенсивность облучения γ -излучением:

$$N_{cp} = \frac{\sum N_i}{5},$$

$$N_R = N_{cp} - N_{\phi}, \text{ где } N_{\phi} = const = N_{cp} \text{ при } R = 25,$$

$$N_{выч} = N_0 \left(\frac{R_0}{R_i} \right)^2,$$

$$\text{где } N_0 = const = N_R \text{ при } R = 3, \text{ а } R_0 = 3 = const.$$

Используя результаты расчета, построить график (рис. 3.1)

$$N_R, N_{выч} = f(R_i)$$

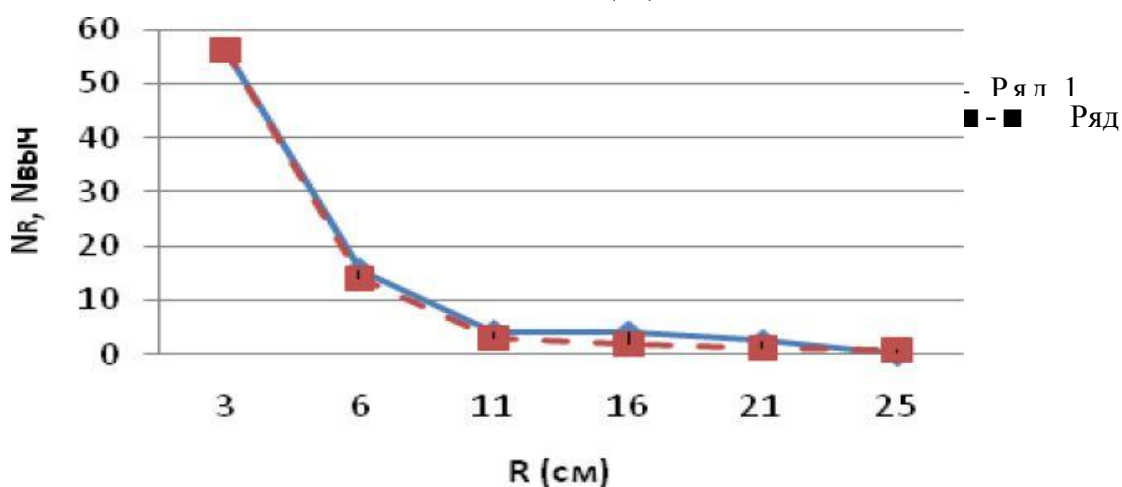


Рисунок 3.1 – График зависимости данных $N_R, N_{выч}$ от расстояния до источника ИИ (ряд 1 - N_R , ряд 2 - $N_{выч}$)

Таблица 3.1.

Изменение интенсивности потока излучения от расстояния

№ замера	R_i , см					
	3	6	11	16	21	25
1						
2						
3						
4						
5						
N_{cp}						
N_R						
$N_{выч}$						

Измерение изменения интенсивности поглощения потока γ -излучения различными материалами. Установить исследуемый материал (экран) между блоком детектирования и корпусом пульта измерения. Провести три измерения интенсивности γ -излучения (N).

Убрать исследуемый материал и, не изменяя расстояние между детектором и корпусом пульта измерения, провести три измерения интенсивности γ -излучения без экрана. Результаты измерений записать в (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Измерения изменения интенсивности поглощения потока γ -излучения различными материалами

Исследуемые материалы	Интенсивность γ -излучения, имп./с.								δN	$d_{1/2}$
	При наличии экрана				Без экрана					
	N_1	N_2	N_3	N_{cp}	N_1	N_2	N_3	N_{cp}		
Бетон $d = \dots$ мм.										
Сталь $d = \dots$ мм.										
Свинец $d = \dots$ мм. $\mu = \dots$										

Расчёты результатов выполненных измерений:

1. Определить количество фотонов, поглощенных 1 мм экрана:

$$\delta N = N \text{ ср. без экрана} - N \text{ ср. с экраном} / d \text{ (мм)}$$

где d - толщина исследуемого материала в мм, N_{cp} - без экрана, N_{cp} – с экраном, средние значения интенсивности потока γ -излучения без экрана и с экраном, соответственно.

2. Определить толщину половинного ослабления потока γ -излучения исследуемого материала:

$$d_{1/2} = \ln 2 / \mu = 0,693 / \mu ,$$

где μ - линейный коэффициент ослабления при энергии γ -излучения 1,25 МэВ. μ равно для:

бетона – $0,14 \text{ см}^{-1}$,

стали – $0,34 \text{ см}^{-1}$,

свинца – $0,66 \text{ см}^{-1}$.

По результатам расчета δN и $d_{1/2}$ дать заключение об эффективности защиты исследуемых материалов от γ -излучения.

Выводы по выполненной работе

Сделать выводы об эффективности исследуемых **физических методов защиты** от ИИ на основании:

1. изменения потока γ -фотонов ИИ от расстояния.
2. **изменения интенсивности поглощения потока γ -излучения различными материалами.**

Вопросы к зачету

1. Какие существуют методы защиты от ионизирующего излучения?
2. Какой вы знаете основной механизм воздействия радиации на биологическую ткань?
3. Методы физической защиты от воздействия ИИ.
4. Что выражает коэффициент половинного ослабления?
5. Что относится к химическим, биологическим, физическим методам защиты?
6. Принцип действия радиометра СРП-88П.
7. Как осуществляется химическая и биологическая защита?
8. Какую роль играют микроэлементы и витамины в защите человека от ИИ?
9. Какую роль играют адаптогены?
10. Дайте определение показателям δN и $d_{1/2}$.
11. Какая зависимость величины N_{cp} от расстояния детектора прибора до ИИИ?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Цель работы:

1. Изучить влияние тяжелых металлов на компоненты экологической системы.
2. Ознакомиться с принципом проведения спектральных методов анализа.
3. Провести качественный и количественный анализ проб воды.

Введение

Среди многих негативных последствий хозяйственной деятельности человека особое место занимает загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Многие тяжелые металлы являются чрезвычайно токсичными даже в следовых количествах. Они способны концентрироваться в живых организмах, вызывая при этом различные патологии развития. В отличие от органических веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь перераспределяться между природными средами.

Роль многих химических элементов двойственна: с одной стороны, они необходимы для нормального протекания физиологических процессов, являясь катализаторами многих реакций, и при нормальной концентрации или дефиците элемент относят к микроэлементам; с другой стороны, концентрация элемента может быть избыточной и даже токсичной, тогда этот элемент называют «тяжелым металлом».

Наибольшую опасность для человека и живой природы представляют подвижные формы металлов, поскольку они характеризуются высокой биологической активностью.

Тяжёлые металлы – группа химических элементов со свойствами металлов (в том числе и полуметаллы) и значительным атомным весом (более 40) либо плотностью, представляющие опасность для живых организмов.

Термин *тяжелые металлы* чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения. Таким, образом, при включении элементов в категорию «тяжелые металлы» учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объем использования в хозяйственной деятельности.

Многие тяжелые металлы, такие как железо, медь, цинк, молибден, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы, такие как свинец и

ртуть, определяются как токсичные металлы. Некоторые элементы, такие как ванадий или кадмий, обычно имеющие токсичное влияние на живые организмы, могут быть полезны для некоторых видов.

К тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева.

Наиболее опасны с точки зрения токсичности и биологической активности соединения ртути, свинца, кадмия и мышьяка.

Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду и в организм человека

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду имеет как естественное (например, вулканические извержения: кадмий обнаружили в продуктах извержения вулкана Этна на острове Сицилия), так и техногенное происхождение.

Главными антропогенными источниками поступления тяжелых металлов в атмосферу являются промышленность (предприятия цветной металлургии, нефтепереработки, химическая промышленность и др.), автомобильный транспорт и сельское хозяйство. Часть техногенных выбросов, поступающих в природную среду в виде тонких аэрозолей, переносится на значительные расстояния и вызывает глобальное загрязнение.

В атмосферном воздухе тяжелые металлы присутствуют в форме органических и неорганических соединений в виде пыли и аэрозолей, а ртуть – в основном в элементарном состоянии. Находящиеся в воздухе металлы и их соединения вымываются атмосферными осадками или оседают естественным путем на поверхности почв и растений.

В водных средах тяжелые металлы могут присутствовать в виде коллоидных или взвешенных частиц, а также в растворенном состоянии в виде свободных ионов или комплексных соединений. В водные среды металлы попадают с атмосферными осадками, за счет вымывания из почв (естественные процессы), а также вместе со сточными водами предприятий и ливневой канализации. Формы миграции тяжелых металлов в природных подземных и поверхностных водах определяются геохимическим типом вод, а также их кислотно-щелочными характеристиками. В кислых и нейтральных водах металлы присутствуют в основном в виде аквакомплексов, в щелочных – в виде гидроксокомплексов, карбонатов, органических комплексов.

Попадание металла-токсиканта в живые организмы может происходить и путем аэрозольного переноса, но все же более распространенный путь – с водой и пищей, особенно консервированной в металлической таре. Попав в организм, металлы-токсиканты чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, как это происходит с органическими токсикантами, и, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его.

Биологическая роль и токсикологическое влияние тяжелых металлов

В настоящее время из 92 встречающихся в природе элементов 81 элемент обнаружен в организме человека. При этом 15 элементов (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li) признаны жизненно необходимыми. Однако они могут оказывать отрицательное влияние на растения, животных и человека, если концентрация их доступных форм превышает определенные пределы. Cd, Pb, Sn и Rb считаются условно необходимыми, т.к. они, по всей видимости, не очень важны для растений и животных и опасны для здоровья человека даже при относительно низких концентрациях

Все тяжелые металлы можно подразделить на три класса опасности:

I класс – мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, бериллий, цинк, селен, а также все радиоактивные металлы;

II класс – кобальт, хром, медь, молибден, никель, сурьма;

III класс – ванадий, барий, вольфрам, марганец, стронций.

Мышьяк (As)

В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения, а также из зон окисления пород полиметаллического, медно-кобальтового и вольфрамового типов. Некоторое количество мышьяка поступает из почв, а также в результате разложения растительных и животных организмов. Потребление мышьяка водными организмами является одной из причин понижения концентрации его в воде, наиболее отчетливо проявляющегося в период интенсивного развития планктона.

Значительные количества мышьяка поступают в водные объекты со сточными водами обогатительных фабрик, отходами производства красителей, кожевенных заводов и предприятий, производящих пестициды, а также с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются пестициды.

Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма животных и человека: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

Ртуть (Hg)

В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений, в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Значительные количества поступают в водные объекты со сточными водами предприятий, производящих красители, пестициды, фармацевтические препараты, некоторые взрывчатые вещества. Тепловые электростанции, работающие на угле, выбрасывают в атмосферу значительные количества соединений ртути, которые в результате мокрых и сухих выпадений попадают в водные объекты. В водных объектах в результате бактериальных процессов происходит метилирование ртути с образованием метилртутных соединений, которые во много раз токсичнее минеральных солей ртути. Метилртутные

соединения накапливаются в планктоне, рыбе и могут попадать в организм человека.

Соединения ртути высоко токсичны. Они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови и др.

Свинец (Pb)

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. 75 % свинца поступают в окружающую среду с выхлопами автотранспорта. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде (в том числе и в поверхностных водах) связано со сжиганием угля, применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, с выносом руд обогатительных фабрик, металлургических заводов, химических производств, шахт и т. д.

Свинец – промышленный яд, способный при неблагоприятных условиях оказаться причиной отравления. В организм человека проникает главным образом через органы дыхания и пищеварения. Удаляется из организма очень медленно, вследствие чего накапливается в костях, печени и почках, влияет на нервную систему и органы кровообращения. Пожилые люди и дети особенно чувствительны даже к низким дозам свинца, при этом у них может развиваться слабоумие, выражающееся в снижении памяти, концентрации внимания, восприятия нового материала.

Кадмий (Cd)

В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных накапливать кадмий. Соединения кадмия выносятся в поверхностные воды со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий (производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. В последнее время количество кадмия в окружающей среде увеличилось, что связано с увеличением парка дизельных автомобилей.

Хроническое воздействие кадмия на человека приводит к нарушениям почечной функции, легочной недостаточности, остеомалации, анемии и потере обоняния. Существуют данные о возможном канцерогенном эффекте кадмия и о вероятном участии его в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. Наиболее тяжелой формой хронического отравления кадмием является болезнь итай-итай, характеризующаяся деформацией скелета с заметным уменьшением роста, поясничными болями, болезненными явлениями в мышцах ног. Кроме того, отмечаются частые переломы размягченных костей даже при кашле, а также нарушение функции поджелудочной железы, изменения в желудочно-кишечном тракте, гипохромная анемия, дисфункция почек и др.

Цинк (Zn)

Попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами рудобогадительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, вискозного волокна и др.

Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов. В то же время многие соединения цинка токсичны, прежде всего его сульфат и хлорид. Повышенные концентрации цинка оказывают токсическое влияние на живые организмы. У человека они вызывают тошноту, рвоту, дыхательную недостаточность, фиброз легких.

Является канцерогеном.

Определение тяжелых металлов в природных средах осуществляют с помощью методов спектрометрии.

Спектральные методы анализа

Спектральные методы анализа являются наиболее распространенными способами исследования качественного и количественного состава загрязненной воды.

Инфракрасная, ультрафиолетовая, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, лазерные методы и другие позволяют определить множество микропримесей в воде. Эти методы основаны на избирательном поглощении излучений конкретной длины волны определенными атомами и молекулами или возбуждении атомов с целью получения их характеристики излучений. К числу наиболее чувствительных методов определения примесей относится люминесцентный, который основан на возбуждении атомов контролируемых растворов с помощью рентгеновского или лазерного облучения и последующем измерении длины волны, излучаемой возбужденными компонентами.

Электромагнитный спектр

Спектры электромагнитного излучения, испускаемого, поглощаемого и рассеиваемого веществом, изучает раздел физики – *спектроскопия*. Квант поглощаемой или испускаемой веществом энергии соответствует изменению энергии при каком-либо единичном акте атомного или молекулярного процесса.

Рентгеновская спектроскопия

Рентгеновское излучение возникает за счет квантовых переходов внутренних электронов атомов на более высокий энергетический уровень. Последнее становится возможным в результате дополнительного облучения вещества потоком электронов высокой энергии или жестким рентгеновским излучением. На освободившиеся орбитали переходят электроны из более далеких от ядра слоев, что и сопровождается выделением квантов рентгеновского излучения.

Поскольку квантовые переходы электронов в атомах разных элементов отличаются от энергии, рентгеновское излучение зависит от строения атома. Эту зависимость выражает закон Мозли.

Английский физик Мозли в 1913 г. установил связь длины волны линий рентгеновского спектра с атомным номером возбуждаемого элемента.

Закон Мозли позволяет установить однозначную связь между измеренными длинами волн (энергиями) линий и атомными номерами элементов, и поэтому он лежит в основе качественного рентгенофлуорисцентного анализа (РФА).

Открытие этой зависимости сыграло важную роль при выяснении строения атома (в частности, подтвердило его слоистое строение), позволило определить экспериментально атомный номер элемента и подтвердило правильность расположения элементов в периодической системе Д.И. Менделеева.

Основной принцип рентгено-флуоресцентного анализа (РФА)

Рентгено-флуоресцентный анализ

При РФА первичное рентгеновское излучение, чаще всего получаемое с помощью рентгеновской трубки R , падает на анализируемый образец P (рисунок 4.1)

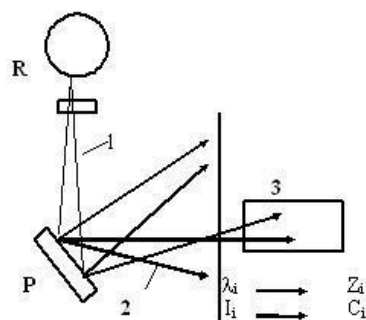


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема РФА:
 1 – первичное рентгеновское излучение;
 2 – вторичное рентгеновское излучение (λ_i , I_i); 3 – спектрометр

В результате этого взаимодействия образец излучает вторичное рентгеновское излучение, которое является характерным для химического состава образца. Содержащиеся в образце атомы типа Z_i (Z – порядковый номер элемента) излучают компоненты с типичными для них длинами волн λ_i . Атомы Z_i в концентрации C_i оказывают пропорциональное влияние на интенсивность I_i этих компонентов во втором излучении. Величины λ_i и I_i фиксируют с помощью спектрометра и затем проводят качественный (Z_i) и количественный (C_i) элементный анализ.

Термин «рентгено - флуоресцентный анализ» для описанного метода физически обоснован, так как используемое для анализа образца и излучаемое им характеристическое рентгеновское излучение возбуждается другим, внешним рентгеновским излучением (явление флуоресценции).

Спектрометр рентгеновский сканирующий кристалл-дифракционный портативный «Спектроскан»

«Спектроскан» – современный спектрометр с широкими аналитическими возможностями, предназначенный для определения содержания химических элементов в диапазоне от Sc^{21} до U^{92} в порошковых и монокристаллических пробах, жидкостях, а также для определения состава и толщин покрытий.

Принцип действия спектрометра основан на возбуждении рентгеновской флуоресценции контролируемых элементов излучением рентгеновской трубки малой мощности с последующим анализом вторичного характеристического излучения. По интенсивности аналитических линий путем пересчета может быть определена концентрация содержащихся в образце химических элементов.

Диапазон определения концентраций химических элементов составляет от сотых долей % до 100 %.

Спектрометр функционирует в комплексе с персональным компьютером. Программное обеспечение позволяет производить качественный и количественный анализ разнообразных материалов.

Спектрометр может быть использован в различных областях народного хозяйства:

- в промышленности для определения элементного состава различных продуктов производства, для управления технологическими процессами;
- черной и цветной металлургии для контроля состава сплавов;
- горнодобывающей и горнообогатительной промышленности для управления процессом добычи и обогащения руд;
- геологии и геохимии для поиска и разведки полезных ископаемых;
- в машиностроении и авиации для контроля ресурсов двигателей;
- в сельском хозяйстве для определения содержания микроэлементов в кормах и почвах;
- в экологических исследованиях промышленных выбросов, определения содержания тяжелых металлов в атмосфере, почвах и водоемах;
- в искусствоведении для датировки и определения подлинности произведения искусства;
- в прикладных научных исследованиях для целей спектрального анализа образцов и т. д.

Порядок подготовки проб и изготовления контрольных образцов

При рентгеноспектральном анализе растворов интенсивность аналитических линий можно регистрировать или непосредственно от жидкой пробы, или от приготовленного из нее сухого излучателя. Первый способ наиболее простой.

Анализируемые пробы наливаются в кюветы из коррозионностойкой стали или пластмассы. Для предохранения кювет от разрушения их внутренние стенки покрывают парафином или воском. Кюветы закрываются специальной тонкой органической пленкой (устойчивые к рентгеновскому излучению материалы). Допускается перенос растворов на фильтровальную бумагу, которая после высушивания служит излучателем.

При определении малых концентраций раствор выпаривают и затем проводят анализ получаемой выпарки.

В качестве анализируемых растворов используют пробы воды, где концентрации тяжелых элементов достаточно высоки для проведения эксперимента непосредственно в жидкой фазе.

Анализ спектрограмм

В результате работы «Спектроскана» получают спектрограммы, с помощью которых определяются элементный состав и концентрация тяжелых металлов в пробах.

Качественный анализ

Качественный анализ заключается в определении элементного состава пробы. Параметр, который характеризует наличие элемента в пробе, - длина волны λ основного и вспомогательного пиков.

На рисунке 4.2 приведен пример спектрограммы. На спектрограмме три химических элемента представлены шестью пиками. Каждый элемент имеет два пика: вспомогательный (малый) и основной (большой).

Проецируя вершину пика на ось абсцисс, определяются длины волн для каждого пика λ : 1060 мÅ (вспомогательный пик), 1180 мÅ (основной пик), 1390 мÅ, 1540 мÅ, 1760 мÅ и 1940 мÅ.

Для определения возможных элементов используют стандартную шкалу характеристических линий в диапазоне ± 20 мÅ (таблица 4.1). Методом исключения определяется, что данные длины волн соответствуют трем элементам: As (мышьяк), Cu (медь), Fe (железо).

I , имп/с

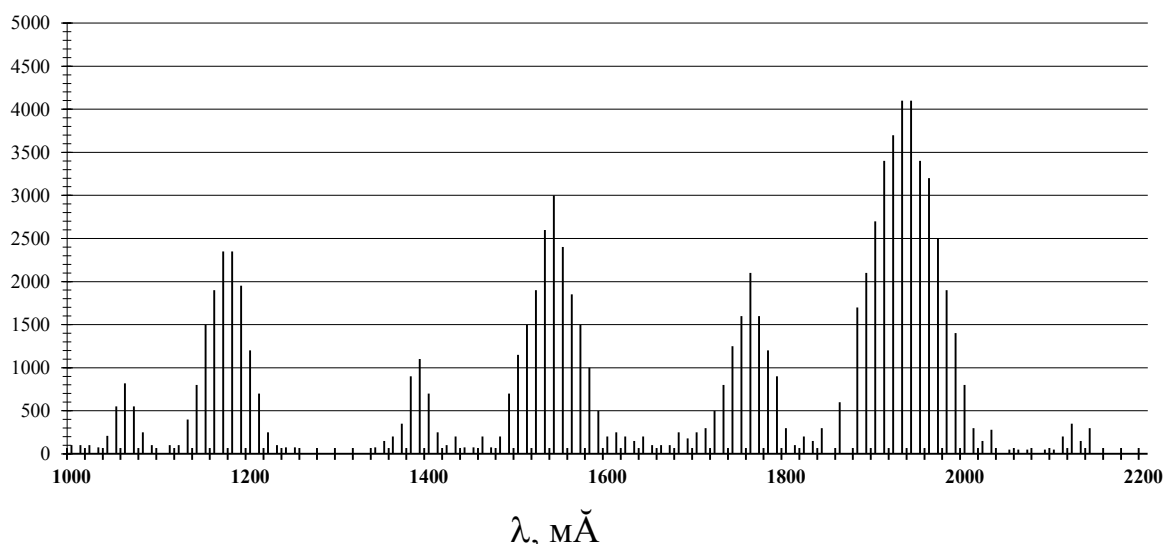


Рисунок 4.2 – Пример спектрограммы

Таблица 4.1 – Стандартная шкала характеристических линий

Длина волны λ , мÅ	Пики		Длина волны λ , мÅ	Пики		Длина волны λ , мÅ	Пики	
	основной	вспом.		основной	вспом.		основной	вспом.
2514		Ti	1521	Ta		1128		Ge
2503	V		1500		Ni	1120		Pt
2463	Pr		1476	W		1113	Po	
2370	Nd		1475		Yb	1105	Ge	
2290	Cr		1435	Zn		1085	At	
2284		V	1432	Re		1083		Au
2282	Pm		1423		Lu	1057	Rn	
2197	Sm		1392		Cu	1056		As
2120	Eu		1391	Os		1048		Hg
2102	Mn		1374		Hf	1040	Br	
2085		Cr	1351	Ir		1030	Fr	
2046	Gd		1340	Ga		1015		Ti
1976	Tb		1327		Ta	992		Se
1936	Fe		1313	Pt		983		Pb
1910		Mn	1295		Zn	980	Ac	
1909	Dv		1282		W	976	Kr	
1845	Ho		1276	Au		956	Th	
1788	Co		1254	Ge		952		Bi
1784	Er		1241	Hg		932		Br
1757		Fe	1238		Ra	839		Fr
1726	Tm		1208		Ga	829	Y	
1672	Yb		1207	Tl		828		Rb
1657	Ni		1197		Os	814		Ra
1621		Co	1176	As		790		Ac
1619	Lu		1175	Pb		786	Zr	
1569	Hr		1158		Ir	783		Sr
1540	Cu		1144	Bi		765		Th

Количественный анализ

Количественный анализ заключается в определении концентрации, массы или количества вещества

Параметром, характеризующим концентрацию элемента в пробе, является интенсивность линий основного пика $I^{осн}$, имп/с.

Для определения концентрации тяжелых металлов используется метод абсолютной калибровки.

Используя данные таблицы 4.2, на миллиметровой бумаге строится калибровочный график для каждого определяемого элемента $I^{осн}=f(C_{ст})$. (Калибровочный график – график, построенный на основании экспериментальных данных стандартных растворов.)

Данные для построения графиков приведены в таблице 4.2. Через полученные точки (а при необходимости – между ними) **проводят прямую линию**.

По интенсивности основного пика каждого элемента $I^{осн}$ исследуемой пробы с помощью калибровочного графика определяются концентрации тяжелых металлов.

После проведения количественного анализа химических элементов в воде сравниваются значения фактических концентраций с их ПДК, приведенными в таблице 4.3, и делается вывод о степени загрязнения воды и необходимых мерах по снижению концентраций до требуемого уровня.

Таблица 4.2 – Данные зависимости интенсивности линий I элементов на спектрограмме от стандартных концентраций C для построения калибровочных графиков

Элемент	Стандартные концентрации $C_{ст}$, мг/л												
	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15	0,175	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5
	Интенсивность линии $I^{осн}$, имп/с												
As	1750	3500	5050	7100	8200	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	3500	5450	7500	9750	11400	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	4100	5250	6700	8100	9700	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	1000	1950	2800	3600	4500	5300	-	-	-	-	-	-
Mn	-	500	1700	2900	4000	5250	6400	-	-	-	-	-	-
Ni	-	1150	2400	3600	4900	6000	7300	-	-	-	-	-	-
Bi	-	1750	2050	2950	3500	4400	5000	-	-	-	-	-	-
Co	-	3000	4000	5200	6250	7500	8750	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	1250	1750	2300	2700	3500	4500	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	2800	3250	3600	4100	4500	4900
Fe	-	-	-	-	-	-	-	2000	2750	3400	4150	4800	5600
Cr	-	-	-	-	-	-	-	3550	3750	3950	4100	4300	4600
Zn	-	-	-	-	-	-	-	2500	3550	4600	5450	6550	7600
Sr	-	-	-	-	-	-	-	1350	1600	1800	2050	2250	2500

Таблица 4.3 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов для водоёмов

Элемент		ПДК, мг/л	Элемент		ПДК, мг/л
Название	Обозначение		Название	Обозначение	
Ванадий	V	0,1	Цинк	Zn	1,0
Хром	Cr	0,5	Мышьяк	As	0,05
Марганец	Mn	0,1	Стронций	Sr	7,0
Железо	Fe	0,3	Молибден	Mo	0,25
Кобальт	Co	0,1	Ртуть	Hg	0,0005
Никель	Ni	0,1	Свинец	Pb	0,03
Медь	Cu	1,0	Висмут	Bi	0,1

Таблица 4.4 – Результаты анализа спектрограммы

№ пика	Длина волны λ , мÅ	Возможные элементы	Элемент	Интенсивность линий основного пика $I^{осн}$, имп/с	Концентрация C , мг/л	ПДК, мг/л
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Цель работы: определить летучие органические вещества и их концентрацию в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии.

Введение

В настоящее время в промышленности интенсивно развиваются производства органического (нефтехимического) синтеза, создаются новые отрасли химической и перерабатывающей промышленности. Синтез и переработка полимерных материалов, производство металлоорганических соединений, синтетического каучука и резины, эпоксидных, полиуретановых, фенолоформальдегидных смол, синтетического волокна, высокомолекулярных аминосоединений, антиоксидантов, теплоносителей, смазочно-охлаждающих жидкостей, технологических смазок, новых видов топлива, производство растворителей и другие процессы основной химии и нефтехимических производств, а также текстильная, пищевая, металлургическая промышленность, машиностроение, производство удобрений и ядохимикатов приводят к значительному загрязнению воздуха рабочей зоны¹ токсичными летучими органическими соединениями.

Степень загрязнения воздуха производственных помещений зависит от типа производства и отрасли промышленности (цех завода, шахта, рудник и т. п.), особенностей технологического процесса, оборудования и планировки помещения, системы вентиляции и свойств используемого сырья. Количества токсичных химических соединений, попадающих в зону дыхания работающего, примерно на порядок (а часто и значительно больше) превосходят концентрации загрязнителей атмосферы.

При вдыхании летучие органические соединения оказывают наркотическое воздействие и отрицательно влияют на нервную систему, кроветворные органы, слизистую оболочку глаз и верхние дыхательные пути.

Существует несколько возможностей сокращения или предотвращения выбросов органических соединений:

- замена органических соединений, например, использование водяных ванн для обезжиривания и применение красок, клея с низким содержанием ЛОС или без них;
- сокращение выбросов путем рационального ведения хозяйства, своевременного ремонтно-технического обслуживания и др.;
- рециркуляция и рекуперация ЛОС с применением методик адсорбции, абсорбции и мембранных методов сбора.

Повышенные концентрации летучих органических соединений в воздухе предприятий могут вызвать не только отклонения в состоянии здоровья, а при определенной длительности и интенсивности воздействия привести к

¹ Рабочая зона – пространство высотой до 2 м в местах постоянного или временного пребывания работающих.

развитию профессиональных заболеваний (интоксикаций) и увеличению профессионально обусловленной заболеваемости. Следовательно, мониторинг воздуха рабочей зоны является актуальной задачей.

Наиболее эффективным методом анализа содержания летучих органических соединений в воздухе рабочей зоны в настоящее время является газовая хроматография.

Газовая хроматография

Хроматография – это физико-химический метод анализа, который основан на разделении и различном распределении смеси между двумя несмешивающимися фазами – неподвижной и подвижной.

В зависимости от типа взаимодействия, оформления и агрегатного состояния различают следующие типы хроматографии: газовая хроматография, жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография и др.

Разделение в газовой хроматографии основано на различном распределении молекул разделяемых компонентов между движущейся *газовой* и неподвижной *твердой* фазами. Между этими фазами для каждого компонента анализируемой смеси в колонке устанавливается динамическое равновесие. Разделение сложных веществ происходит в газовой или паровой фазе.

Среди всех методов хроматографического анализа газовая хроматография пользуется наибольшей популярностью. Это связано с универсальностью применяемых методов анализа в отношении многих классов летучих и термически устойчивых веществ, высокой разделительной способностью хроматографических колонок, малой продолжительностью анализа в расчете на один компонент, высокой чувствительностью, малой величиной анализируемой пробы и высокой точностью.

В то же время метод имеет и недостатки, связанные, прежде всего с техническими трудностями при анализе высококипящих жидкостей, твердых и нелетучих веществ.

В качестве подвижной фазы используется газ (как правило, инертный), неподвижная фаза представляет собой либо пористый твердый сорбент, либо жидкость, нанесенную тонким слоем на твердый носитель или на стенки длинной капиллярной трубки.

Принцип разделения веществ в газовой хроматографии – неодинаковое сродство веществ к летучей подвижной фазе и стационарной фазе в колонке. После прохождения колонки вещества последовательно выходят из нее и регистрируются детектором. Сигнал детектора записывается в виде хроматограммы автоматическим потенциометром (самописцем) или же регистрируется компьютером.

Принципиальная схема газового хроматографа

Газовый хроматограф представляет собой прибор, использующий принцип хроматографии в системах газ–адсорбент или газ–жидкость. В аппаратном оформлении это совокупность нескольких самостоятельных,

параллельно функционирующих систем: источник газа-носителя и блок подготовки газов, испаритель, термостат колонок и сами хроматографические колонки, детектор, система регистрации и обработки данных.

Типичная блок-схема газового хроматографа изображена на рисунке 5.1.

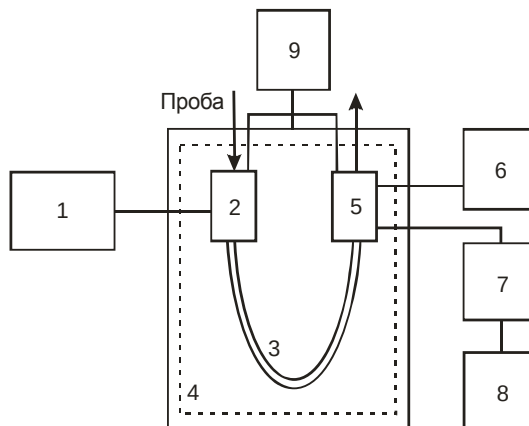


Рисунок 5.1 – Принципиальная схема газового хроматографа:

1 – система подготовки газов; 2 – система дозирования; 3 – колонка; 4 – система термостатирования; 5 – система детектирования; 6 – блок питания детектора; 7 – усилитель сигнала детектора; 8 – регистратор (самописец, компьютер); 9 – измерители режима хроматографа (расход газов, стабилизация температур и электрического питания детекторов)

Газовые функциональные связи показаны стрелками, электрические – одинарной линией, термостатируемые элементы заключены в пунктирный контур.

Система подготовки газов служит для установки, стабилизации и очистки потоков газа-носителя и дополнительных газов. Она включает блок регулировки расходов газов, обеспечивающий очистку, подачу и стабилизацию скорости и расхода газа-носителя в колонку, а также других газов, необходимых для работы детектора, например, воздуха и водорода для пламенно-ионизационного детектора.

Система дозирования позволяет вводить в поток газа-носителя определенное количество анализируемой смеси в газообразном или жидком состоянии. Представляет собой устройство с самоуплотняющейся резиновой мембраной или кран-дозатор. Устройство ввода пробы необходимо термостатировать при температуре, равной температуре колонки или выше на 20–30 °С.

Система детектирования преобразует соответствующие изменения физических или физико-химических свойств бинарных смесей (компонент – газ-носитель по сравнению с чистым газом носителем) в электрический сигнал. Величина сигнала зависит как от природы компонента, так и от содержания его в анализируемой смеси.

Система термостатирования служит для установки и поддержания рабочих температур термостатов колонок (до 350 °С), испарителя, детектора и других узлов хроматографа.

Система регистрации преобразует изменения физико-химических параметров в электрический сигнал, величина и форма которого регистрируются на ленте самописца или в современном варианте на мониторе компьютера. Прибор должен быть снабжен соответствующим электрометрическим усилителем, обеспечивающим получение на выходе электрического сигнала, пропорционального концентрации определяемого компонента в газе-носителе, выходящем из колонки.

Система инструментальной обработки данных позволяет вести управление экспериментом и обработку результатов в диалоговом режиме. С помощью компьютерных программ, имеющих алгоритм распознавания и сформированных банков данных, можно решать задачи расшифровки сложных хроматограмм и количественного определения компонентов.

Рассмотренная схема типична для обычного газового хроматографа, используемого в количественном анализе, однако газовый хроматограф может иметь гораздо более сложную схему, содержащую несколько колонок и детекторов, включающий автоматические устройства для подготовки и дозирования пробы.

Приборы, аппараты, посуда

- Хроматограф газовый лабораторный серии Цвет-500
- Стандартизированный модуль газохроматического разделения МР 500-1
- Сушильный шкаф
- Шприц медицинский на 1 мл и 5 мл ГОСТ 18137–77
- Микрошприц МШ-10 ГОСТ 8043–75
- Шприц медицинский на 50 мл ГОСТ 18137–77
- Секундомер ГОСТ 5072–79
- Колба 1-2000-2, 1-1000-2, 1-500-2, 1-250-2, 1-100-2 ГОСТ 1770–74
- Пипетка 2-50-2 ГОСТ 1770–74
- Бюретка 2-2-25 ГОСТ 20292–74
- Откалиброванная стеклянная емкость объемом 5000 мл
- Откалиброванная стеклянная емкость объемом 1500 мл

Примечание. В качестве модуля разделения используется хроматографическая колонка длиной 2 м диаметром 2 мм из нержавеющей стали, набитая хроматом N - AW, фракции 0,16–0,20 (0,125–0,16), пропитанном 10 % (15 %) апиезона L.

Реактивы, растворы, материалы

Ацетон, осч, бензол, хч, бутанол, хч, бутилацетат, хч, о-ксилол, хч, м-ксилол, хч, толуол, хч, этилацетат, хч, азот газообразный ГОСТ 9293–74 в

баллонах с редуктором, водород газообразный ГОСТ 3022–80 в баллонах с редуктором, воздух ГОСТ 11882–73 для питания автоматических приборов и средств автоматизации, спирт этиловый ГОСТ 18300–72.

Порядок выполнения работы

Отбор пробы

При газохроматографическом анализе производится точечный отбор пробы. Для контроля состояния атмосферы над большими площадями используется отбор проб во многих точках.

Отбор пробы воздуха проводят в медицинские шприцы на 100–50 мл, предварительно «промыв» их десятикратным объемом анализируемого воздуха. После отбора пробы шприцы герметизируют резиновой заглушкой.

Отобранные пробы хранятся не более 8 часов.

Подготовка к измерению

Подготовка модуля разделения МР 500-1 к работе производится согласно ТУ на стандартизованные модули газохроматографического разделения серии МР для системы «УСХА-ГАЗ» 5Е4.462.029 ПС.

Подготовка хроматографа к работе осуществляется согласно ТО на прибор.

Стандартные паровоздушные смеси ПВС № 1 (с концентрацией $C_1 = 150$ ПДК) и стандартные ПВС № 3 (с концентрацией $C_3 = 1500$ ПДК) готовят в предварительно откалиброванной емкости объемом V , для этого в герметически закрытую емкость V вводят шприцем рассчитанное количество анализируемого компонента для ПВС № 1 и для ПВС № 3.

Рабочие паровоздушные смеси № 2 (с концентрацией $C_2 = 1$ ПДК) готовят разбавлением стандартной ПВС № 1. Для этого из предварительно прогретой в течение 10 мин при $t = 80$ °С емкости V отбирают шприцем 10 мл ПВС № 1. Шприц также прогревают в течение 10 мин при $t = 80$ °С в сушильном шкафу и вводят ПВС № 1 в герметически закупоренную откалиброванную емкость V .

Рабочие ПВС № 4 (с концентрацией $C_4 = 5$ ПДК) готовят разбавлением стандартной ПВС № 3, используя тот же метод, что и при приготовлении рабочей ПВС № 2.

Срок хранения паровоздушных смесей 8 часов.

Для проведения количественного анализа используют ***метод абсолютной калибровки***.

На основании экспериментальных данных, приведенных в таблице 2.2, строят графическую зависимость значений высот пиков (h) в мм от содержания анализируемого вещества (a) в мкг.

Калибровочные графики строятся для всех определяемых веществ. Калибровочные прямые строят не менее чем по пяти точкам.

Условия хроматографирования градуировочных смесей и анализируемых проб:

температура термостата колонок 80 °С

температура термостата испарителя	205 °С
температура термостата детекторов	100 °С
расход газа-носителя (азот)	25,5 см ³ /мин
расход водорода	31 см ³ /мин
расход воздуха	300 см ³ /мин
скорость диаграммной ленты	200 мм/ч

Проведение измерения

Для определения концентраций анализируемых веществ в пробе из шприца емкостью 50 мл отбирают дозу, равную 1 мл, и вводят в испаритель хроматографа. Шприц емкостью 50 мл (с пробой) и шприц емкостью 1 мл предварительно прогреваются в течение 10 мин при 80 °С.

Расшифровка хроматограммы

По **времени удерживания** идентифицируют каждый из определяемых компонентов (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Время удерживания веществ

Вещество	Время удерживания
Ацетон	30 с
Этилацетат	46 с
Бутанол	1 мин 15 с
Бензол	1 мин 26 с
Бутилацетат	2 мин 35 с
Толуол	3 мин 09 с
М-ксилол	6 мин 41 с
О-ксилол	8 мин 10 с

Для количественного анализа определяют высоту пика анализируемого вещества и по калибровочному графику определяют количество вещества измеряемого компонента.

При проведении анализа с чувствительностью БИД-36 $32 \cdot 10^{10}$ (для первого диапазона концентраций анализируемых веществ полученное значение высоты пика для бутанола, бензола, толуола, о- и м-ксилолов делят на 2, а для ацетона, этилацетата, бутилацетата результат делят на 4.

Расчет концентрации

Концентрацию определяемых веществ в воздухе (мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{V_{20}},$$

где *a* – количество определяемого вещества по калибровочному графику, мкг;

V_{20} – объем воздуха, взятый для анализа в мл и приведенный к стандартным условиям по формуле

$$V_{20} = \frac{V(273 + 20)P}{(273 + t_0)760},$$

где V – объем воздуха, взятый для анализа, мл;

P – атмосферное давление, мм рт. ст.;

t_0 – температура воздуха в месте отбора проб.

Таблица 5.2 – Зависимость высоты пика от количества вещества

Вещество	Количество вещества, мкг				
	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04
	Высоты пиков, мм				
Ацетон	7	9	11	13	16
Этилацетат	8	10	16	23	28
Бутанол	6	12	23	35	47
Бензол	19	25	36	47	56
Бутилацетат	5	8	12	17	20
Толуол	31	53	92	130	170
М-ксилол	20	29	48	68	87
О-ксилол	12	33	55	76	98

Таблица 5.3 – Предельно допустимые концентрации некоторых веществ в рабочей зоне, мг/м³

Вещество	ПДК
Ацетон	200
Этилацетат	200
Бутанол	200
Бензол	50
Бутилацетат	50
Толуол	50
М-ксилол	15
О-ксилол	10

Таблица 5.4 – Таблица результатов анализа хроматограммы

№ п/п	Время удерживания $t_{уд}$, мин	Вещество	Высота пика h , мм	Количество веществ a , мкг	Концентраци я, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
1						
2						
3						
4						
5						

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД

Цель работы:

1. Ознакомиться с основными методами санитарно-гигиенического анализа сточных и природных вод.
2. Выполнить анализ основных физико-химических показателей проб воды органолептическим, весовым и колориметрическим методами.

Введение

В результате любого рода деятельности человека появляются отходы, которые, поступая в окружающую среду, оказывают на нее отрицательное воздействие. В значительной мере это относится к водным ресурсам суши. Наибольшую опасность представляют сточные воды - промышленные, сельскохозяйственные и бытовые.

Промышленные стоки дают наибольшее загрязнение природных вод. Особенно загрязнены сточные воды таких отраслей народного хозяйства, как нефтеперерабатывающая и химическая - 35-40 %, металлургическая - 30 %, целлюлозно-бумажная - 10 %, а также машиностроительная, горнодобывающая и др.

При оценке состояния водных ресурсов исследователи основываются на учете объемов воды, используемой на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства.

В настоящее время, когда мощности средств воздействия производства на окружающую среду удваиваются каждые 12-15 лет, дальнейшее размещение отходов производства в водоемах сопровождается сверхнормативным загрязнением последних, так как естественный процесс восстановления качества водных ресурсов уже не срабатывает.

Качество природной воды ухудшается и в результате воздействия загрязнений, поступающих из атмосферы в виде кислотных дождей, твердых частиц и других выпадений.

Санитарно-гигиенические показатели вод оцениваются по их физико-химическим и микробиологическим показателям, а природной воды - еще и по гидробиологическим признакам.

Все пресные водоемы делятся на две категории водопользования:

- к первой категории относятся источники централизованного и хозяйственно-питьевого водоснабжения и предприятий пищевой промышленности;
- ко второй - источники для рекреационных целей и спорта, а также водоемы, находящиеся в черте населенных пунктов.

В Республике Беларусь специальным законодательством предусмотрены санитарно-гигиенические нормы соответствия состава и свойства вод водных объектов в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового

водопользования установленным предельно-допустимым концентрациям вредных веществ для 420 вредных веществ - загрязнителей водоемов.

Настоящая лабораторная работа знакомит с основными методами, применяемыми для санитарно-гигиенического анализа сточных и природных вод: органолептическим, весовым, колориметрическим.

Оценка санитарно-гигиенического состояния воды

Методы выполнения санитарно-гигиенического анализа воды

Существуют стандартные методы анализа основных санитарно-гигиенических показателей качества воды, необходимых для инженерного пользования:

1. **Органолептический метод** - позволяет охарактеризовать запах, привкус, плавающие примеси и прозрачность воды при помощи органов чувств.

2. **Весовой метод** позволяет определять массу примесей (сумму всех растворенных и взвешенных в воде веществ).

3. **Колориметрический метод** позволяет определить содержание аммиака, нитритов, фосфатов, ионов железа и других веществ, которые определяют цветность воды.

4. **Спектральный метод** - распространенный способ исследования качественного и количественного состава загрязненной воды на содержание химических элементов от Са до U.

5. **Ионометрический метод** основан на применении ион-селективных электродов и позволяет быстро и точно измерить ионную активность или концентрацию.

6. **Иодометрический метод** позволяет определять содержание растворенного в воде кислорода.

7. **Метод экстрагирования** оценивает загрязненность проб воды нефтепродуктами.

Выполнение санитарно-гигиенического анализа воды

Измерение температуры воды

Температура воды является важнейшей характеристикой, в значительной мере определяющей скорость и направление изменений ее качества. От температуры воды зависят протекающие в водоеме физические, химические, биологические и биохимические процессы.

Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной за 10 лет.

Измерение температуры воды производят во время отбора пробы. Для этого обычно используют комбинированные ртутные термометры с ценой деления 0,1-0,5 °С. Термометр опускают на заданную глубину в исследуемый водоем или объект и выдерживают в течение 10-ти минут.

Данные измерения заносят в протокол.

Определение запаха воды

Оборудование

1. Водяная баня	3. Колбы конические
2. Термометр	4. Часовое стекло

Свойства и цели наблюдения

Исследования запаха необходимы при проведении контроля качества промышленных необработанных и прошедших очистку вод и как один из способов идентификации источника загрязнения и установления состава сложных смесей веществ.

Пороговая концентрация веществ, вызывающих запах, колеблется в широких пределах от 0,0005 до 0,5 мг/л, составляя в среднем 0,01-0,1 мг/л. Многие из этих веществ обладают сильными токсическими свойствами.

Наличие запаха в воде в значительной мере ухудшает органолептические свойства, делая ее непригодной для питья.

Для снижения интенсивности запаха часто используют обработку воды активированным углем или аэрированием (насыщая воду кислородом).

Источники запаха воды

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в нее:

- в результате процессов жизнедеятельности водных организмов;
- при биохимическом разложении органических веществ;
- при химическом взаимодействии компонентов, содержащихся в водоеме;
- со сточными водами предприятий химической, металлургической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной, и др.;
- при обработке питьевой воды.

Определение запаха производят вскоре после отбора пробы. Пробы не фильтруют и не консервируют.

Оценка запаха воды

Вид, интенсивность и устойчивость запаха могут быть различны и зависят от состава обуславливающих его веществ, температуры, кислотно-щелочной реакции (рН), степени загрязненности и др.

Основные классы видов запаха воды приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Классы видов запаха воды

Классификация запахов	Сокращение	Примеры или возможные источники
Ароматный или пряный	A	Камфара, гвоздика, лаванда
Огуречный	Ae	
Бальзамический (цветочный)	B	
Сладковатый	Bs	

Химический	C	Промышленные сточные воды или химическая обработка
Хлорный	Co	Свободный хлор
Углеводородный	Ch	Стоки нефтеочистительных заводов
Лекарственный	Cm	Фенол, йодоформ
Сернистый	Cs	Сероводород
Навозный	Dp	Сточные воды животноводства
Гнилостный	Dz	Застоявшиеся сточные воды

Для определения интенсивности запаха обычно пользуются системой баллов, представленной в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Определение интенсивности запаха воды

Интенсивность запаха, балл	Характеристика запаха	Проявление запаха
0	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
I	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но определяемый исследователем
II	Слабый	Запах, обнаруживаемый потребителем
III	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый (вода неприятна для питья)
IV	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание; может заставить воздержаться от питья
V	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду не пригодной для питья

Метод органолептического определения запаха воды

Метод основан на определении интенсивности и вида запаха при температуре 20 °С (комнатная) и 60 °С (нагревание пробы позволяет выявить или усилить слабые и скрытые запахи).

Определение запаха необходимо производить в помещении, изолированном от проникновения посторонних запахов. Если в пробе присутствуют следы свободного хлора в результате предварительной обработки воды, его следует устранить несколькими каплями водного раствора тиосульфата натрия. Обязательно следует указывать температуру окружающего воздуха. Для исключения субъективной ошибки целесообразно сотрудничество нескольких лиц.

Для определения используют 100 мл пробы, помещенной в коническую колбу при 20 °С. После приливания пробы из сосуда хранения в колбу немедленно органолептически определяют характер и интенсивность запаха (см. табл. 6.1 и 6.2).

Затем колбу с 100 мл пробы закрывают стеклом и подогревают до 60 °С. Перемешивают содержимое осторожным встряхиванием, открывают колбу и немедленно органолептически устанавливают характер и интенсивность запаха, используя данные табл. 6.1 и 6.2.

Данные заносятся в соответствующие графы табл. 6.3. Вывод делается на основании данных таблицы 6.8.

Таблица 6.3 - Результаты определения вида и интенсивности запаха воды

N определения	t= 20 °С		t= 60 °С	
	вид запаха	интенсивность запаха	вид запаха	интенсивность запаха
1.				
2.				
3.				
4.				
В среднем:				
Вывод:				

Определение прозрачности воды

Оборудование

1. Стекланный цилиндр
2. Шрифт ГОСТ 355

Свойства и цели наблюдения

Прозрачность воды определяется на месте отбора или в нефилътрированной пробе.

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ.

Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно различать черный шрифт определенного размера и типа на белом фоне или наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенного размера.

В случае если вода взмучена выпавшей гидроокисью железа или вообще содержит большие количества взвесей, ее следует брать после отстаивания в течение одной минуты.

Измерение прозрачности воды при помощи шрифта

Измерение прозрачности с помощью шрифта проводят в лабораторных условиях. Для измерения используют стекланный цилиндр с дном из химически стойкого оптического стекла. Цилиндр должен иметь градуировку в единицах длины (см или мм). В качестве стандарта используется шрифт с высотой букв 3,5 мм. Пластинку со шрифтом помещают на дно цилиндра и постепенно приливают анализируемую пробу до тех пор, пока буква станет неразличимой.

Перед определением прозрачности емкость с водой следует взболтать в течение 10-ти секунд и сразу начать переливание пробы в мерный цилиндр. Исследуемая проба воды рассматривается при рассеянном дневном свете,

измерения повторяют несколько раз (не менее 4-х), и за окончательный результат принимают среднее значение единичных измерений.

Результаты измерений в см заносят в таблицу 6.4. Вывод делается на основании данных таблицы 6.8.

Таблица 6.4 - Результаты определения прозрачности воды

№ измерения	Высота столба воды, см
1.	
2.	
3.	
4.	
В среднем:	
Вывод:	

Определение массы взвешенных веществ в воде

Оборудование

1. Беззольный фильтр
2. Воронка
3. Мерный цилиндр

Свойства и цели наблюдения

Взвешенными называют такие вещества, которые остаются на фильтре после применения одного из способов фильтрования. Обычно взвешенные вещества определяют после фильтрования пробы путем высушивания осадка при 105 °С осадка до постоянной массы и последующим взвешиванием.

Метод определения массы взвешенных веществ

Предварительная подготовка к определению массы взвешенных веществ заключается в высушивании беззольного фильтра при температуре 105 °С в сушильном шкафу до постоянного веса с последующим взвешиванием на аналитических весах с точностью до четвертого знака. Исходную массу фильтра m_0 заносят в табл. 5.

Через подготовленный таким образом фильтр фильтруют 100 мл анализируемой пробы (предварительно тщательно перемешанной) и затем фильтр с осадком повторно помещают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре 105 °С до постоянного веса. Высушенный фильтр взвешивают. Полученный результат соответствует m_1 - конечному весу фильтра и заносится в табл. 5.

На основании полученных данных производится расчет $x_{взв.}$ - массы взвешенных веществ в анализируемой пробе по формуле:

$$x_{взв.} = \frac{m_1 - m_0}{V} \cdot 1000, \text{ мг/л}$$

где V - объем отфильтрованной пробы, *мл*;
 m_0 - исходная масса фильтра, *мг*;
 m_1 - конечная масса фильтра, *мг*.

Данные расчетов заносятся в таблицу 6.5. Вывод делается на основании данных таблицы 6.8.

Таблица 6.5 - Результаты определения взвешенных веществ

№ фильтра	m_0 , <i>мг</i>	m_1 , <i>мг</i>	V , <i>мл</i>	$X_{взв.}$, <i>мг/л</i>
Вывод:				

Определение цветности воды

Оборудование

1. Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2МП
2. Набор кювет
3. Стандартная шкала цветов калибровочных растворов

Свойства и цели наблюдения

Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние на развитие водной флоры и фауны в результате резкого снижения растворенного кислорода в водоеме, который идет на окисление железа и гумусовых веществ.

Цветность (окраска) воды может быть обусловлена присутствием гумусовых веществ, соединений трехвалентного железа и других растворимых в воде веществ и соединений, придающих пробе ту или иную специфическую окраску. В естественных условиях вещества, обуславливающие цветность, поступают с подземным стоком и при вымывании из почв. Сточные воды промышленных предприятий могут создавать довольно интенсивную окраску воды.

Цветность воды измеряется в градусах цветности. Предельно допустимая величина цветности для водоемов первой категории, используемых для хозяйственно-питьевых целей, составляет 35 градусов цветности. Одному градусу цветности соответствует 1 литр раствора искусственного стандарта, содержащий 0,7 мг бихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) и 16 мг сульфата кобальта ($CoSO_4 \cdot 2H_2O$). Нулевому градусу цветности соответствует бидисциплированная вода.

Пробы для определения цветности должны быть проанализированы не позднее, чем через 2 -3 часа после их отбора, поскольку при длительном стоянии окраска воды изменяется. При большом содержании взвешенных веществ, пробы предварительно фильтруют.

Колориметрическое определение цветности воды методом сравнения с искусственными стандартами

Метод предназначен для анализа слабо и сильноокрашенных прозрачных вод с градусом цветности не выше 80^0 .

Метод основан на сравнении измерений оптической плотности исследуемой пробы воды со стандартной окраской при длине волны $\lambda = 340$ нм на приборе “Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2МП”. Минимальная определяемая величина цветности - 5^0 .

Измерение цветности (оптической плотности) исследуемой пробы воды выполняется в соответствии с инструкцией по эксплуатации фотоэлектроколориметра.

Все регулировочные работы, связанные с проникновением в корпус к токоведущим частям, должны производиться специалистом после отсоединения колориметра от сети.

Пробу исследуемой воды помещают в кювету и измеряют оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны $\lambda = 340$.

Результаты измерений оптической плотности исследуемой пробы вносят в таблицу 6.6. Вывод делается на основании данных таблицы 6.8.

Таблица 6.6 - Результаты измерения оптической плотности пробы воды

№ измерения	Оптическая плотность раствора при $\lambda=340$ нм
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Среднее:	
Градус цветности:	
Вывод:	

Цветность пробы в градусах определяют по калибровочной линии градуировочного графика, построенной в координатах на основании данных таблицы 6.7, где:

ось ординат (ΔD) - значения оптической плотности стандартных растворов цветовой шкалы при $\lambda = 340$ нм;

ось абсцисс (^{0} цветности) - цветность соответствующего раствора шкалы стандартов.

Таблица 6.7 - Данные для построения градуировочного графика

Цветность стандартных растворов в градусах	10 ⁰	20 ⁰	30 ⁰	40 ⁰	50 ⁰	60 ⁰	70 ⁰	80 ⁰
Оптическая плотность ΔD при $\lambda=340$ нм	0,032	0,048	0,064	0,081	0,098	0,112	0,129	0,145

Таблица 6.8 Предельно-допустимые концентрации и общие санитарно-гигиенические требования к составу воды и водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения

Показатель состава и свойств воды	Характеристика показателя для вод	
	хозяйственно-питьевого назначения	культурно-бытового назначения
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более, чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной за 10 лет.	
Запахи, привкусы	Вода не должна приобретать запахи и привкусы интенсивностью более 2-х баллов	
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ не должно быть увеличено более чем на	
	0,25 мг/л	0,75 мг/л
Цветность	Не должна превышать	
	35 градусов	70 градусов
Прозрачность	Окраска и примеси не должны мешать наблюдению шрифта в столбике	
	20 см	10 см

РАЗДЕЛ III ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ

1. ЧС – это...
2. Классификация ЧС по сфере возникновения
3. Классификация ЧС по масштабу.
4. Классификация ЧС по темпу развития.
5. Последствия для здоровья человека загрязнения почвы тяжелыми металлами.
6. Последствия для здоровья электромагнитного загрязнения среды.
7. Последствия для здоровья загрязнения воздуха оксидом углерода.
8. Последствия для здоровья загрязнения воздуха диоксидом серы.
9. Последствия для здоровья человека загрязнения почвы пестицидами.
10. Последствия для здоровья шума и вибрации.
11. Последствия для здоровья загрязнения воздуха оксидами азота.
12. Тепловое загрязнение окружающей среды.
13. Источники электромагнитного загрязнения.
14. Биолого-социальная ЧС – это...
15. Пути передачи особо опасных инфекций.
16. Классификация микробов.
17. Карантин и обсервация – это...
18. Экологическая ЧС – это...
19. Механическое загрязнение окружающей среды.
20. НСМОС – это...
21. Виды мониторинга окружающей среды.
22. Режимный мониторинг – это...
23. Категории зданий по взрыво- пожароопасности.
24. Классификация химических веществ по синдрому интоксикации.
25. Поражающие факторы пожара и взрыва.
26. Химически опасный объект – это...
27. Химически опасное вещество – это... Зона химического заражения - это
28. От чего зависит размер и форма зоны химического заражения?
29. Классификация химических веществ по токсичности.
30. Экологическая экспертиза – это...
31. Экологический аудит – это...
32. Критерий экологической безопасности – это...
33. Обобщенная оценка ЧС.
34. Оценка риска и управление рисками.
35. Причины техногенных ЧС.
36. Состав ГСЧС.
37. Режимы функционирования ГСЧС.
38. Органы повседневного управления ГСЧС.
39. Силы ГСЧС.
40. Средства ГСЧС.
41. Классификация убежищ.
42. Сигналы для оповещения населения.
43. Гражданская оборона – это...

44. Радиоактивность – это...
45. Активность – это...
46. Виды активности и единицы ее измерения.
47. Виды радиоактивного распада.
48. Физический смысл единиц измерения активности (Бк, Ки).
49. Экспозиционная доза – это...
50. Поглощенная доза – это...
51. Эквивалентная доза – это...
52. Эффективная доза – это...
53. Сущность фотографического метода обнаружения излучений.
54. Сущность химического метода обнаружения излучений.
55. Сущность ионизационного метода обнаружения излучений.
56. Сущность сцинтилляционного метода обнаружения излучений.
57. Почему в газоразрядном счетчике ток ионизации переменный, а в ионизационной камере постоянный?
58. Приведите примеры веществ, используемых в сцинтилляционных детекторах.
59. От чего зависят свойства ионизирующих излучений (проникающая и ионизирующая способность).
60. Комптон-эффект – это...
61. Земная радиация – это...
62. Космическое излучение – это...
63. Антропогенные источники ионизирующих излучений.
64. Характер зависимости излучения от расстояния до источника.
65. Иодная профилактика – это...
66. Назовите долгоживущие радионуклиды, загрязняющие территорию Беларуси в настоящее время.
67. Радионуклид – это...
68. Естественный радиационный фон для Беларуси – это...
69. Лучевая болезнь – это...
70. Что определяет чувствительность органов к облучению?
71. Назовите нормы облучения человека в Беларуси.
72. Перечислите радиочувствительные органы.
73. Стохастические биологические эффекты – это...
74. Детерминированные биологические эффекты – это...
75. Перечислите радиоустойчивые органы.
76. Радиационные синдромы.
77. Что определяет режим проживания на территории, загрязненной радионуклидами.
78. Принцип конкурентного замещения радионуклидов – это...
79. РДУ-2001 – это...
80. Содержание каких радионуклидов контролируется в продуктах?
81. Дезактивация – это...
82. Радиопротекторы – это...

83. Какой вид миграции радионуклидов может изменить современную карту загрязнения?
84. Кто контролирует содержание радионуклидов в продуктах в Беларуси?
85. Назовите поражающие факторы ядерного взрыва.
86. Последствия ядерной войны.
87. Зоны очага ядерного поражения.
88. Определение и структура экосистем. Функции экосистем. Компоненты и размеры экологических систем.
89. Биосфера - определение, границы, функции. Учение В.И. Вернадского о Биосфере. Техносфера, ноосфера.
90. Устойчивость экосистем. Принцип Ле-Шателье.
91. Большой (геологический) круговорот веществ и энергии.
92. Малый (биологический) круговорот веществ и энергии.
93. Закон Линдемана. Трофические цепи.
94. Антропогенный (ресурсный) круговорот веществ.
95. Природные ресурсы и их классификация.
96. Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнения.
97. Принципы экологического нормирования.
98. Экологические факторы и их классификация. Взаимодействие экологических факторов.
99. Загрязнение окружающей среды токсикантами.
100. Проблема глобального изменения климата (парниковый эффект).
101. Проблема истощения озонового слоя.
102. Кислотные осадки и их последствия.
103. Фотохимический смог и его последствия.
104. Запасы и источники пресной воды. Проблема нехватки пресной воды.
105. Эвтрофикация и ее последствия.
106. Виды загрязнения гидросферы. Загрязнение гидросферы нефтью.
107. Факторы потери земельных ресурсов.
108. Проблема засоления почв.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Ролевич, И.В. Защита населения и хозяйственных объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность. Учебное пособие / И.В. Ролевич, Г.И. Морзак, С.А. Хорева, Е.В. Зеленухо. – Минск: РИВШ, в 2 частях, 2016. – 402 с., 188 с.
2. Ролевич, И.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Ч. 1: / И.В. Ролевич. – 2018. – 401 с.: ил., табл., граф. – ISBN 9789855861721: 7.20.
3. Ролевич И.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Ч.2: / И.В. Ролевич. – 2018. – 186 с.: ил., табл., граф. – ISBN 9789855861738. – ISBN 9789855009505 : 4.20.
4. Морзак, Г.И. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность / И.В. Ролевич, Г.И. Морзак, С.А. Хорева, Л.Н. Цуприк. – Минск: 2016 – 168 с.
5. Ролевич, И.В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность. Лабораторный практикум : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по профилю образования "Техника и технологии" / И. В. Ролевич, Г. И. Морзак, Е. В. Зеленухо. – Минск: РИВШ, 2017. – 133 с.: ил., табл. – ISBN 9789855860861: 5.95.
6. Ролевич, И.В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-57 01 02 "Экологический менеджмент и аудит в промышленности" / И. В. Ролевич, Г. И. Морзак, Е. В. Зеленухо; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Инженерная экология". – Минск: БНТУ, 2020. – 108, [1] с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/81219>. – 5195. – ISBN 9789855835210: 0.93.
7. Кузьмич, В. В. Промышленная экология: практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Упаковочное производство (проектирование и дизайн упаковки)", "Дизайн производственного оборудования" / В. В. Кузьмич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 318, [1] с.: ил., табл. + 1 электронный оптический диск (CD-ROM). – ISBN 9789850630322 (9789850630339): 28.30.
8. Основы экологии [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс для студентов всех специальностей / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Экология". – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-RW). – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/handle/data/5265>. – Систем. требования: IBM PC-

совместимый ПК; Windows XX; CPU 1386 и выше; CD-ROM дисковод; мышь; объем оперативной памяти 530 Kb. – Загл. с тит. экрана: 30000.00.

9. Мархоцкий, Я.Л. Основы экологии и энергосбережения: [учебное пособие для вузов по профилям образования "Искусство и дизайн", "Гуманитарные науки"] / Я.Л. Мархоцкий. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 287 с.: ил. – ISBN 978-985-06-2406-2: 7.20.

10. Босак, В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям профилей "Педагогика", "Искусство и дизайн", "Гуманитарные науки", "Коммуникации. Право. Экономика. Управление. Экономика и организация производства" / В.Н. Босак. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 335 с.: ил., табл. – ISBN 978-985-06-2782-7: 13.80.

11. Михнюк, Тимофей Федорович. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям / Тимофей Федорович Михнюк. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 341 с.: ил. – ISBN 978-985-7133-28-4: 13.75.

12. Астафьева, О. Е. Экологические основы природопользования: учебник для СПО / О. Е. Астафьева, А. А. Авраменко, А. В. Питрюк. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 354 с.

13. Гурова, Т. Ф. Экология и рациональное природопользование: учебник и практикум для академического бакалавриата / Т. Ф. Гурова, Л. В. Назаренко. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 188 с.

14. Данилов-Данильян, В. И. Экология: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Н. Митина, Б. М. Малашенков; под ред. В. И. Данилова-Данильяна. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 363 с.

15. Еремченко, О. З. Биология: учение о биосфере: учеб. пособие для СПО / О. З. Еремченко. – 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. – 236 с.

16. Жиров, А. И. Прикладная экология. В 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / А. И. Жиров, В. В. Дмитриев, А. Н. Ласточкин; под ред. А. И. Жирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

17. Инженерная экология: защита литосферы от твердых промышленных и бытовых отходов: учебное пособие / А.В. Луканин. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 556 с.

18. Промышленная экология: учебное пособие / Л.Л. Никифоров. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 322 с.

19. Третьякова, Н. А. Основы экологии: учеб. пособие для вузов / Н. А. Третьякова ; под науч. ред. М. Г. Шишова. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 111 с.

20. Экология: учебное пособие / В.А. Разумов. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 296 с.

21. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Основы эколого-энергетической устойчивости производства» для специальностей общего высшего и специального высшего образования /

Белорусский национальный технический университет, Кафедра ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии», Кафедра «Инженерная экология»; сост.: В. Л. Червинский, А. А. Цыганова, С. В. Климович, [и др.]. – Минск: БНТУ, 2024.

Дополнительная литература

1. Ключев, В.А. Безопасность жизнедеятельности человека. Охрана труда: методические рекомендации / В. А. Ключев, А. Н. Дударев; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный университет им. П. М. Машерова", Кафедра анатомии и физиологии. – Витебск: Издательство ВГУ им. П.М. Машерова, 2019. – 48 с.: ил., табл.: 2.00.

2. Прудников, С.П. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: учебник для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы профессионально-технического и среднего специального образования / С. П. Прудников, О. В. Шереметова, О. А. Скрыпниченко. – 2-е изд., исправленное и дополненное. – Минск: РИПО, 2020. – 254 с.: ил., табл. — ISBN 9789855039816: 6.70.

3. Дунай, В.И. Первая медицинская помощь населению в чрезвычайных ситуациях. пособие для студентов / В.И. Дунай [и др.] – Минск: БГУ, 2011 – 139 с.

4. Герменчук, М.Г. Радиационный мониторинг окружающей среды: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Природоохранная деятельность (по направлениям)", "Ядерная и радиационная безопасность" / М. Г. Герменчук. – Минск: Вышэйшая школа, 2021. – 277, [1] с., [4] л. цв. ил.: ил., табл. – ISBN 9789850633248: 33.16.

5. Челноков А.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А.А. Челноков, В.Н. Босак, Л.Ф. Ющенко; под ред. А.А. Челнокова. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.: ил. ISBN 978-985-06-3552-5.