

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ
ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ»
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование**

Санкт-Петербург

2017

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....

ВВЕДЕНИЕ.....

1. **Чрезвычайные ситуации техногенного характера.**
 - 1.1. Основные понятия и определения
 - 1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций
 - 1.3. Прогнозирование обстановки при чрезвычайных ситуациях
 - 1.4. Обстановка в Российской Федерации и Северо-Западном регионе
2. **Радиационная и ядерная безопасность**
 - 2.1. Ионизирующие излучения, радиоактивный распад
 - 2.1.1. Источники ионизирующих излучений.
 - 2.1.2. Основные дозиметрические характеристики ионизирующих излучений.
 - 2.1.3. Действие ионизирующих излучений на человека.
 - 2.1.4. Фоновое (естественное) облучение человека.
 - 2.1.5. Медицина и радиационные технологии
 - 2.2. Радиационные аварии, защита от ионизирующих излучений
 - 2.2.1. Взаимодействие ИИ с веществом.
 - 2.2.2. Принципы построения защитных барьеров от излучения
 - 2.3. Ядерные энергетические установки
 - 2.3.1. Реакторы на тепловых нейтронах
 - 2.3.3. Реакторы на быстрых нейтронах (бридеры)
 - 2.3.4. Ториевый реактор
 - 2.3.5. Термоядерный реактор
 - 2.3.6. Аварии на ядерных энергетических установках
 - 2.4. Ядерное оружие
 - 2.4.1. Общая характеристика ядерного оружия...
 - 2.4.2. Нерадиационные поражающие факторы ядерного взрыва
 - 2.4.3. Проникающая радиация.....
 - 2.4.4. Радиоактивное заражение.....
 - 2.4.5. Радиационный терроризм.....
3. **Химическая безопасность**
 - 3.1. Химически опасные объекты
 - 3.2. Химические предприятия в районе боевых действий
 - 3.3. Аварии на химически опасных объектах
 - 3.4. Химическое оружие
 - 3.4.1. Общая характеристика химического оружия
 - 3.4.2. Параметры боевых токсичных химических веществ

- 3.4.3. Характеристика отравляющих веществ
- 3.4.4. Характеристика токсинов и фитотоксикантов.....
- 3.4.5. Химические боеприпасы и приборы.....
- 3.4.6. Химический терроризм.

4. Биологическая безопасность

- 4.1. Общая характеристика биологического оружия...
- 4.2. Характеристика биологических средств...
- 4.3. Характеристика болезней.....
- 4.4. Характеристика средств применения биологических агентов
- 4.5. Биологический терроризм...

5. Система средств РХБ защиты

- 5.1. Классификация средств РХБ защиты
 - 5.1.1. Деление средств РХБ защиты на классы
 - 5.1.2. Структура системы средств РХБ защиты
- 5.2. Средства индивидуальной защиты
 - 5.2.1. Фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания
 - 5.2.2. Изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания
 - 5.2.3. Фильтрующие средства защиты кожи
 - 5.2.4. Изолирующие средства защиты кожи
 - 5.2.5. Специальные защитные комплекты спасателей

6. Защитные сооружения гражданской обороны

- 6.1. Классификация защитных сооружений гражданской обороны
- 6.2. Убежища гражданской обороны
- 6.3. Противорадиационные укрытия
- 6.4. Простейшие укрытия
- 6.5. Средства РХБ защиты защитных сооружений

7. Система средств выявления РХБ обстановки. Дозиметрия ионизирующих излучений

- 7.1. Задачи и состав системы средств выявления РХБ обстановки
- 7.2. Методы регистрации ионизирующих излучений
- 7.3. Типы дозиметрических приборов и требования к ним

8. Приборы выявления радиационной обстановки

- 8.1. Классификация приборов выявления радиационной обстановки
- 8.2. Измерители мощности дозы
- 8.3. Поисковые приборы
- 8.4. Универсальные радиометры
- 8.5. Спектрометры
- 8.6. Измерители дозы

9. Средства выявления химической обстановки

- 9.1. Краткая характеристика методов индикации ОХВ
- 9.2. Номенклатура средств выявления химической обстановки

- 9.3. Средства индивидуального химического контроля
- 9.4. Приборы химической разведки
- 9.5. Автоматические приборы химической разведки
- 9.6. Переносные химические лаборатории и пробоотборники

10. Комплексы выявления РХБ обстановки

- 10.1. Классификация комплексов выявления РХБ обстановки
- 10.2. Автомобильные комплексы РХБ разведки
- 10.3. Автомобильные комплексы лабораторного контроля
- 10.4. Воздушные и морские комплексы РХБ разведки
- 10.5. Средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке

11. Технология специальной обработки

- 11.1. Обобщенная схема загрязнения и спецобработки объекта
- 11.2. Виды специальной обработки
- 11.3. Элементы процесса специальной обработки
- 11.4. Методы и способы специальной обработки
- 11.5. Детализированная схема загрязнения и спецобработки

объекта

12. Средства специальной обработки

- 12.1. Вещества и растворы, применяемые для специальной обработки
- 12.2. Технические средства специальной обработки прямого назначения
- 12.3. Средства специальной обработки двойного назначения
- 12.4. Средства обеззараживания АХОВ
- 12.5. Технические средства полной санитарной обработки

13. Средства технического обеспечения РХБ защиты

- 13.1. Ремонтный ящик средств защиты
- 13.2. Ремонтный стол химического мастера
- 13.3. Автомобильная ремонтная химическая мастерская

14. Основы РХБ защиты

- 14.1. Цели, задачи и мероприятия РХБ защиты
- 14.2. Содержание мероприятий по выявлению и оценки масштабов и последствий РХБ заражения
- 14.3. Содержание мероприятий по защите людей, животных, продовольствия и воды от РХБ заражения
- 14.4. Содержание аварийно спасательных работ в условиях радиоактивного и химического загрязнения

15. Силы РХБ защиты

- 15.1. Подразделения РХБ защиты войск гражданской обороны
- 15.2. Формирования гражданской обороны, решающие задачи РХБ защиты
- 15.3. Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны
- 15.4. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций

16. Управление РХБ защитой населения и сил гражданской обороны

16.1. Система управления РХБ защитой

16.2. Постановка задач и содержание распоряжения по РХБ защите

16.3. Отражение вопросов РХБ защиты в плане действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций

16.4. План РХБ защиты населения

16.5. План РХБ защиты спасательного отряда (формирования ГО)

16.6. Рабочая карта начальника службы РХБЗ спасательного отряда

16.7. Отчетные документы по РХБ защите

17. Меры безопасности при проведении аварийно-спасательных И других неотложных работ (АСДНР)

ЛИТЕРАТУРА.....

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АХОВ** – аварийно химически опасные вещества.
АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы.
АСР – аварийно-спасательные работы.
АСХА – автоматизированные системы химического анализа.
АЭУ – атомная энергетическая установка.
БА – биологические аэрозоли.
ББП – биологические боеприпасы.
БО – биологическое оружие.
БП – боеприпас.
БР – биологические рецептуры.
БС – биологические средства.
БТХВ – боевые токсичные химические вещества.
ВАП – выливной авиационный прибор.
ВВ – взрывчатое вещество.
ГК – гипохлорит кальция.
ГО – гражданская оборона.
ГОГО – гражданские организации гражданской обороны.
ГОЧС – гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.
ДХК – дозиметрический и химический контроль.
ЗИП – запасные инструменты и принадлежности.
ЗС – защитное сооружение.
ИИ – ионизирующее излучение.
ИИИ – источник ионизирующих излучений.
ИТ – индикаторная трубка.
КЧС – комиссия по чрезвычайным ситуациям.
ЛКП – лакокрасочное покрытие.
НДМГ – несимметричный диметилгидразин.
ОБВ – опасные биологические вещества.
ОВ – отравляющие вещества.
ОМП – оружие массового поражения.
ОТВС – отработанные тепловыделяющие сборки.
ОХВ – опасное химическое вещество.
ОХП – отходы химического производства.
ПАВ – поверхностно-активное вещество.
ПАФ – противоаэрозольный фильтр.
ПДК – предельно-допустимая концентрация.
ПХЗ – противохимическая защита.
ПРУ – противорадиационное укрытие.
РАСТ – расчетно-аналитическая станция
РАГ – расчетно-аналитическая группа.

РБГ – радиоактивные благородные газы.
РВ – радиоактивные вещества
РЗЭ – редкоземельные элементы.
РИВБ – разносчики инфекционных возбудителей болезней.
РИТЭГ – радиоизотопный термоэлектрический генератор.
РП – радиоактивная пыль.
РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (российская система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций).
РХБ – радиационная, химическая и биологическая.
РХБЗ – радиационная, химическая и биологическая защита.
РХР (Н, К) – радиационная и химическая разведка (наблюдение, контроль).
РОО – радиационно-опасные объекты.
РХОО – радиационно и химически опасные объекты.
СДЯВ – ядовитые сильнодействующие вещества.
СЗК – средства защиты кожи.
СИЗ – средства индивидуальной защиты.
СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания.
Силы ГОЧС – силы гражданской обороны и российской системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
СИЯВ – световой импульс ядерного взрыва.
СКО – среднее квадратичное отклонение.
СМП ЧС – система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
СНЛК – сеть наблюдения и лабораторного контроля.
СО – специальная обработка.
СРБ – служба радиационной безопасности.
ФВА – фильтровентиляционный агрегат.
ФВУ – фильтровентиляционные установки.
ФОВ – фосфорорганические отравляющие вещества.
ФОС – фосфорорганические соединения.
ФП – фильтрующие противогазы.
ФПК – фильтрующе-поглощающая коробка.
ФПС – фильтрующе-поглощающая система.
ХАБ – химическая авиационная бомба.
ХАФ – хлорацетофенон.
ХБП – химические боеприпасы.
ХИ – хлорная известь.
ХО – химическое оружие.
ЧС – чрезвычайная ситуация.
ШМ – шлем-маска.
ЭМИ – электромагнитный импульс.

ВВЕДЕНИЕ

Человечество на всем протяжении своей истории постоянно подвергается воздействию неблагоприятных факторов среды обитания: наводнений, землетрясений, пожаров, ураганов, смерчей, засухи, эпидемий и др. Сначала стихийные бедствия были проявлением естественной природной среды, однако по мере увеличения антропогенного воздействия человека на нее опасные природные явления стали в ряде случаев инициироваться самим человеком.

С каждым годом население нашей планеты увеличивается, а традиционных источников энергии, которые обеспечивают человечество, становится все меньше. Энергетическая проблема сегодня актуальна как никогда. Даже самые оптимистичные прогнозы говорят о том, что нефти нам хватит лет на 20. Запасы газа несколько больше, их можно будет использовать около 50 лет. Природные ресурсы обеспечивают 80% выработки электроэнергии. Если учесть, что в процессе развития человечества возникают потребности и в разработке новых материалов, обладающих уникальными свойствами, то не удивительно, что начиная со второй половины XX века стали широко использоваться новые технологии и производства, связанные с риском возникновения аварий и катастроф, негативные последствия которых сравнимы, а иногда и превосходят потери от стихийных бедствий. Их опасность растет вследствие концентрации производства и повышения плотности населения на потенциально опасных территориях.

Стихийные бедствия и производственные аварии сопровождаются гибелью людей, огромными материальными потерями и в целом замедляют ход развития цивилизации на нашей планете. Людские потери и материальный ущерб при крупных чрезвычайных ситуациях (ЧС) сравнимы с последствиями локальных военных конфликтов.

Динамика нарастания последствий катастрофических процессов за длительный период времени такова:

- ежегодно число пострадавших на планете от стихийных бедствий увеличивается приблизительно на 6 %;

- количество катастроф с высоким экологическим ущербом возросло с 60-х до 90-х годов XX века более чем в 4 раза;

- в 60-х годах от опасных явлений чрезвычайных ситуаций страдал один человек из 62 живущих на Земле, а в 90-х годах – уже один из 29.

В России с 1991 по 1997 годы наблюдался почти шестикратный (209 –

1174) рост числа техногенных аварий и катастроф. Это было обусловлено снижением внимания и вложения средств на обеспечение безопасности, значительным прогрессирующим износом основных производственных фондов, достигающим в ряде отраслей 80...100 %, снижением профессионального уровня работников и производственной дисциплины.

Такой нарастающий поток стихийных бедствий, аварий, катастроф заставил на уровне Правительства РФ заняться этой проблемой: выработать единый подход в области знаний о происхождении, развитии чрезвычайных ситуаций, ликвидации их последствий, а одной из основных задач государства сделать защиту населения от чрезвычайных ситуаций. Результатом этой работы явилось замедление роста количества ЧС, однако их общее число остается недопустимо большим (официальные данные МЧС России[3]):

2004 г. – 863 ЧС

2005 г. – 2464 ЧС

2006 г. – 2541 ЧС

2007 г. – 2211 ЧС

2009 г. – 424 ЧС

2010 г. – 360 ЧС

2011 г. - 297 ЧС

2012 г. – 437 ЧС

2013 г. – 332 ЧС

2014 г. – 262 ЧС

2015 г. – 115 ЧС (за 6 месяцев)

Одним из направлений государственной политики в области обеспечения безопасности жизнедеятельности является обучение населения на всех уровнях. В системе высшего профессионального образования вопросы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций или включены в содержание общепрофессиональной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в виде раздела или изучаются как отдельная дисциплина «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Цель изучения дисциплины «Защита в чрезвычайных ситуациях» (соответствующего раздела дисциплины «Безопасность жизнедеятельности») – сформировать сознательное и ответственное отношение человека к вопросам личной и коллективной безопасности и безопасности окружающей среды. В результате изучения дисциплины выпускник должен иметь следующие знания, умения и навыки:

- знание основных опасностей и их характеристик;
- умение распознавать и оценивать опасности;
- навыки прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- умение осуществлять защиту от опасностей;
- умение оказывать само- и взаимопомощь;
- умение организовывать и осуществлять ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Учебное пособие написано на основе лекций и практических занятий, проводимых при изучении дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» для студентов факультета Безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета и по сравнению с предыдущими учебными пособиями [1,2] дополнено новой современной информацией.

В учебном пособии рассмотрены чрезвычайные ситуации техногенного характера военного и мирного времени, вызывающих радиационные, химические и биологические поражения.

Для каждого вида чрезвычайных ситуаций приведены основные характеристики поражающих воздействий и действующие методики прогнозирования обстановки. На конкретных примерах показано их применение при оценке обстановки. Рассмотрены вопросы защиты населения и объектов экономики от чрезвычайных ситуаций.

Базовые дисциплины: математика, физика, химия, экология. Знания, полученные при изучении дисциплины «Защита в чрезвычайных ситуациях», должны использоваться при дипломном проектировании для обоснования инженерно-технических мероприятий повышения устойчивости объектов в чрезвычайных ситуациях.

Авторы выражают искреннюю признательность коллегам по кафедре «Управление и защита в чрезвычайных ситуациях» Санкт-Петербургского политехнического университета за полезные советы и помощь в подборе материала при подготовке учебного пособия.

1. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Остановимся сначала на понятийном аппарате проблемы чрезвычайных ситуаций. Центральным понятием изучаемой дисциплины является *опасность*. Опасности рассматриваются как факторы, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье человека, окружающую природную среду. Такие факторы возникают как результат действия природных сил и деятельности человека.

Рассматривают следующие виды опасностей.

Природная опасность – это состояния определенных частей литосферы, гидросферы, атмосферы или космоса, представляющие угрозу для людей, объектов экономики.

Техногенная опасность – состояние, при котором в зонах технологических процессов имеются факторы, способные оказать негативное воздействие на людей, объекты экономики, природную среду.

Антропогенная опасность – состояние, при котором негативные факторы формируются отходами хозяйственной деятельности и жизнедеятельности человека.

Опасность территории – состояние территории, характеризующееся наличием природной, техногенной, антропогенной опасностей.

Возникновение того или иного вида опасности обусловлено началом действия или превышением некоторого уровня действия источника опасности.

Источник опасности – это процессы в некоторой области пространства, которые могут привести к негативным явлениям.

В природе опасности несут опасные природные явления, стихийные бедствия, в техногенной сфере опасности сосредоточены на потенциально опасных объектах.

Потенциально опасный объект – объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, опасные химические или биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС.

Природные и техногенные опасности обычно выступают в форме вызовов и угроз.

Вызов – форма опасности, которая является гипотетической (в

принципе возможной) и в перспективе может превратиться в непосредственную опасность. Например: астероидная опасность, глобальное потепление.

Угроза – форма непосредственной опасности, которая при дальнейшем развитии негативных процессов может привести к ЧС.

Такое деление условно, так как нет точной границы вероятности, которой оценивается вызов и угроза. Примерный порядок вероятности для вызова $10^{-15} \dots 10^{-20}$, для угрозы – $10^{-5} \dots 10^{-10}$. Соотношение между формами опасности: вызов может перерасти в угрозу, которая в неблагоприятном случае реализуется в виде чрезвычайной ситуации.

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источники чрезвычайных ситуаций:

- опасное природное явление;
- авария, техногенное происшествие;
- широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных, растений;
- применение современных средств поражения.

В источнике ЧС можно выделить опасное явление, процесс, определяющий специфику чрезвычайной ситуации – поражающий фактор источника ЧС.

Поражающие факторы (ПФ) делятся на первичные и вторичные. Первичный ПФ дает начало чрезвычайной ситуации. Первичный ПФ может инициировать другой – вторичный ПФ. Например, пожар на предприятии, перерабатывающем токсичные вещества, может привести к химическому заражению территории. Виды воздействия поражающих факторов:

- механическое;
- химическое;
- радиационное;
- тепловое;
- биологическое.

Технический прогресс, численный рост и урбанизация населения в целом улучшают качество жизни человека, но с другой стороны – это

объективные причины увеличения опасностей для него. В связи с этим возникает ряд практически важных вопросов. Как оценивать опасность и сравнивать опасности между собой? При каких условиях опасность является неприемлемой, недопустимой? Что такое безопасность человека? Где находится граница между опасностью и безопасностью? Является ли безопасность полным отсутствием каких-либо опасностей?

В настоящее время общепринятой является оценка опасности с помощью *риска*. Под термином «риск» в общем случае понимают многокомпонентную величину, включающую показатели ущерба и возможности возникновения рассматриваемого негативного фактора. Наиболее часто для оценки риска используются статистические методики. Показателем риска считается среднее значение ущерба от опасного события за год: $R = PU$, где P – вероятность события в течение года (частота событий), U – средний ущерб от события. Численная оценка опасности с помощью риска дает возможность решать задачу *управления риском* – его прогнозированием и разработкой мер по снижению.

Совершенно очевидно, что снижение риска увеличивает затратную часть для любого вида деятельности, а она имеет предел. Поэтому решения, принимаемые в области снижения риска, должны быть основаны на балансе между опасностями и выгодами от деятельности. Равновесию между негативными последствиями и пользой от вида деятельности соответствует уровень *приемлемого риска*. Определение приемлемого риска предусматривает помимо экономических также учет социальных, психологических и других аспектов, т. е. комплексное рассмотрение проблемы. Это исключительно сложная задача. Например, в каких общих единицах измерять экономические выгоды (затраты), социальную напряженность, психологические травмы? Как разрешить проблему того, что затраты могут нести одни социальные группы населения, а выгоду получать – другие?

Безопасность в ЧС рассматривают как состояние защищенности человека (населения), объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей в ЧС. Как и при рассмотрении опасности возникает необходимость оценивания безопасности. Защищенность определенным образом влияет на качество жизни человека. Для человека обобщенным показателем качества жизни может служить ее продолжительность. Тогда количественным показателем уровня безопасности может быть средняя ожидаемая продолжительность жизни.

Оценивание защищенности природной среды оказывается еще более сложным процессом, так как экосистемы в широких пределах изменяют свои параметры в ответ на внешние воздействия, не утрачивая способности к устойчивому существованию. В некоторых странах защищенность природной среды определяется близостью экологических нагрузок к пропускной способности экологического пространства.

Учитывая большие неопределенности таких показателей, в настоящее время защищенность человека и окружающей среды от опасностей оценивается не по показателям качества жизни, а по предельным величинам, характеризующим надежность и эффективность технических систем безопасности. Нормируются и контролируются уровни негативных воздействий, например, концентрации и выбросы в окружающую среду токсических и радиоактивных веществ. Поэтому процесс повышения безопасности носит чисто инженерный характер и основывается на узком подходе к учету экологических последствий развития рассматриваемого сектора экономики. В соответствии с этим безопасность принято классифицировать:

- по видам (промышленная безопасность, радиационная, химическая, пожарная, биологическая, сейсмическая, экологическая);
- по объектам (безопасность населения, объекта экономики, окружающей природной среды);
- по основным источникам (опасные природные явления, аварии и техногенные катастрофы).

К сожалению, в последнее время к существовавшим опасностям мирного времени приходится дополнительно рассматривать возросшую опасность террористических актов и опасности военного времени.

Несмотря на недостатки такого технократического подхода к оценке защищенности человека, он в настоящее время является единственно приемлемым, позволяющим контролировать и снижать опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Для установления единого подхода к оценке ЧС и адекватного реагирования на них ЧС классифицируются по нескольким признакам.

В первую очередь, всю совокупность ЧС можно разделить на *конфликтные* и *бесконфликтные*. К конфликтным ЧС относятся военные столкновения, экономические кризисы, экстремистская политическая борьба,

социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм, разгул уголовной преступности, широкомасштабная коррупция и др.

Будем рассматривать бесконфликтные ЧС и только невоенного времени. Они могут быть классифицированы по многим признакам, которые характеризуют явления с различных сторон (рис. 1.21). Остановимся на трех наиболее часто используемых классификациях.



Рис.1.2.1. Классификация чрезвычайных ситуаций.

Первая – классификация ЧС в зависимости от сферы возникновения, построена по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС (рис. 1.2.2).



Рис. 1.2. Типы и виды чрезвычайных событий, инициирующих ЧС

Из зарегистрированных на территории России за последнее годы происшествий техногенного характера каждая вторая авария происходила на сетях теплоснабжения, каждая пятая – на сетях водоснабжения и канализации.

Считается, что человеческими ошибками обусловлены 45 % экстремальных ситуаций на АЭС, 60 % – при авиакатастрофах, 80 % – при катастрофах на море. С другой стороны, анализ ЧС техногенного характера

показывает, что они в значительной степени возникают под влиянием неблагоприятных природных процессов.

Для практических нужд (планирование мероприятий защиты, обучение населения) наиболее важной является классификация ЧС по поражающим воздействиям. Она раскрывает сущность процессов и явлений при ЧС, специфику мер защиты и ликвидации последствий.

Классификация ЧС по масштабам распространения чрезвычайных событий и тяжести последствий (табл. 1.2.1) является важной для структур управления, министерств, ведомств при планировании выделения средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Эта классификация введена постановлением Правительства Российской Федерации “О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” от 13 сентября 1996 г. № 1094.

Т а б л и ц а 1.2.1

Классификация чрезвычайных ситуаций по масштабам распространения и тяжести последствий

Вид ЧС	Показатели, характеризующие ЧС			
	Численность пострадавших	Количество человек с нарушенными условиями жизнедеятельности	Размер материального ущерба на день возникновения ЧС, тыс. мрот*	Размер зоны ЧС
	Л и б о			
Локальная	Не более 10	Не более 100	Не более 1	Объект производственного или социального назначения
Местная	10...50	100...300	1...5	Населенный пункт, город, район
Территориальная	50...500	300...500	5...500	Субъект РФ
Региональная	50...500	500...1000	500...5000	2 субъекта РФ
Федеральная	Свыше 500	Свыше 1000	Свыше 5000	Более 2 субъектов РФ
Трансграничная	Чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы РФ, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом, но затрагивает территорию РФ			

Примечания: 1. Ликвидация чрезвычайных ситуаций производится силами и средствами: локальной – объекта, местной – органов местного самоуправления, территориальной, региональной, федеральной – субъекта РФ, трансграничной – правительства РФ. При недостаточности собственных сил и средств для ликвидации локальной, местной, территориальной, региональной и федеральной ЧС соответствующие комиссии по ЧС могут обращаться за помощью к вышестоящим комиссиям по ЧС.

2. К ликвидации ЧС могут привлекаться ВС РФ, войска ГО РФ, другие войска и воинские формирования.

3. *мрот – минимальный размер оплаты труда.

1.3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Прогнозирование обстановки при чрезвычайных ситуациях проводится для заблаговременного принятия мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, смягчению их последствий, определению сил и средств, необходимых для ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Прогнозирование обстановки – это определение характеристик ожидаемой обстановки расчетным путем с использованием принятых математических моделей.

Прогнозирование обстановки включает выявление обстановки и ее оценку.

Иногда под прогнозированием обстановки понимают только получение данных о зонах ЧС – т. е. выявление обстановки, в этом случае говорят о прогнозировании и оценке обстановки.

Под *выявлением* обстановки понимается:

- сбор и обработка исходных данных о чрезвычайных ситуациях;
- определение размеров зон чрезвычайных ситуаций;
- отображение полученных результатов на картах, схемах (планах), ввод в электронные средства обработки информации.

Оценка обстановки проводится с целью определения влияния поражающих факторов ЧС на жизнедеятельность населения, работу объектов экономики и обоснования мер защиты. Оценка обстановки включает:

- определение степени разрушения зданий и сооружений, объектов инфраструктуры, потерь среди персонала и населения, а также влияния обстановки на действия сил по ликвидации последствий ЧС;

– анализ полученных результатов и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, которые обеспечивают минимальные потери (исключают потери).

Как правило, выявление и оценка обстановки осуществляется в три этапа (рис. 2.1):

- заблаговременное прогнозирование;
- предварительное (оперативное) прогнозирование;
- выявление и оценка фактической обстановки.



Рис.2.1. Этапы прогнозирования обстановки при чрезвычайной ситуации

Заблаговременное прогнозирование осуществляется до возникновения ЧС. Оно основывается на использовании возможных моделей возникновения аварийных ситуаций и преобладающих среднегодовых метеоусловий.

Данные для прогнозирования получаются от соответствующих министерств, ведомств и органов гидрометеорологической службы.

Результаты заблаговременного прогноза используются при планировании мероприятий защиты населения и территорий и ликвидации последствий ЧС: составляются планы действий в различных аварийных ситуациях, определяются необходимые людские и материальные ресурсы, производится обучение персонала, нештатных формирований, накапливаются материальные средства для защиты и ликвидации последствий ЧС. Результаты заблаговременного прогноза периодически или в соответствии с изменяющимися условиями уточняются.

Предварительное прогнозирование осуществляется сразу же после чрезвычайных событий техногенного или природного характера. Данными для прогноза являются фактические сведения об источнике опасности (например, какие емкости с каким АХОВ разгерметизированы, характер их разрушения и т. п.) и реальные метеоусловия. Они поступают от вышестоящих, нижестоящих и взаимодействующих органов управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, с объектов

экономики, от подчиненных сил разведки, наблюдения и контроля. Чем более конкретными будут эти сведения, тем более точными будут результаты прогноза. Результаты предварительного прогноза используются в целях:

- уточнения задач подразделениям разведки;
- проведения неотложных мероприятий защиты персонала объектов и населения;
- принятия предварительного решения по защите населения и территорий комиссиями по ЧС;
- подготовки сил и средств, привлекаемых для оказания помощи пострадавшим и ликвидации последствий ЧС.

Выявление и оценка фактической обстановки (по данным разведки) проводится с целью уточнения результатов предварительного прогноза и принятия окончательного решения по защите в ЧС и ликвидации ЧС. Исходными данными для оценки обстановки на этом этапе являются сведения о фактических масштабах чрезвычайного события (разрушенные здания, концентрации АХОВ, уровни радиации и т. д.).

Оценка обстановки заканчивается принятием решения по защите персонала (населения) и ликвидации ЧС. Мероприятия защиты и ликвидации ЧС выполняются в соответствии с решением и при необходимости корректируются по обстановке.

Математические модели, используемые при прогнозе. При заблаговременном и предварительном прогнозировании обстановки в ЧС используются математические модели, описывающие одно из возможных поражающих воздействий:

- барическое воздействие (взрывы – образование ударной волны);
- термическое воздействие (пожары – тепловое излучение);
- токсическое воздействие (аварии на химически опасных объектах);
- радиационное воздействие (аварии на радиационно опасных объектах);
- механическое воздействие (осколки, обрушение зданий, сели, оползни);
- биологическое воздействие (эпидемии).

Эти модели могут быть двух видов: детерминированные и вероятностные.

В детерминированных моделях по заданным исходным данным чрезвычайной ситуации (магнитуда землетрясения, тротиловый эквивалент взрыва и т. д.) рассчитываются параметры негативного воздействия и

соответствующие ему степени поражения людей и различных объектов. Например, по рассчитанной интенсивности землетрясения в населенном пункте 7 баллов делается вывод о степени разрушения 3-х этажных зданий – “средняя” (слабые разрушения – при $J=5\dots6$ баллов, средние – $J=6\dots7,5$ баллов, сильные – $J>7,5$ баллов).

В действительности же при определенных параметрах негативного воздействия на однотипные объекты последствия воздействия различны из-за наличия индивидуальных особенностей объектов. Вероятностные модели рассматривают поражающий эффект как случайную величину и параметры ее распределения определяют при статистической обработке данных ранее случившихся аварий и катастроф или экспериментов.

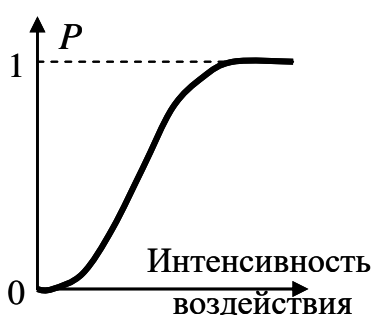


Рис.2.2. Зависимость «воздействие-эффект»

Для барического, термического, токсического и радиационного воздействий зависимости «интенсивность воздействия I – вероятность поражения P » качественно имеют одинаковый вид (рис. 2.2). Плотность вероятности поражающего действия распределена по нормальному или логарифмически нормальному закону. Вероятность поражения, как правило, рассчитывается через «пробит-функцию» $Pr = a + b \ln I$, где a, b –

константы, определяемые для каждого вида воздействия на основе имеющихся статистических данных, I – значение параметра, характеризующего интенсивность негативного воздействия.

1.3. ОБСТАНОВКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ

В России насчитывается около 45 тысяч потенциально опасных объектов, аварии на которых могут привести к возникновению ЧС. На такой территории проживает около 80 млн. человек, или 55 % населения страны. Высокая степень риска возникновения ЧС в целом по стране связана с моральным старением оборудования, недостатком средств на его обслуживание, своевременный ремонт и замену, подготовку высококвалифицированного обслуживающего персонала. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют транспортные и радиационные аварии, аварии с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывы и пожары.

В стране функционирует 10 атомных станций с 31 ядерным

энергетическим реактором, 9 судов гражданского назначения с 15 ядерными силовыми установками, 113 исследовательских ядерных реактора в 30 научно-исследовательских организациях, 12 предприятий ядерного топливного цикла, 16 специальных комбинатов по переработке и захоронению радиоактивных отходов.

В Российской Федерации действуют более 3600 хозяйственных объектов, располагающих суммарным запасом около 1 млн. тонн опасных химических веществ. Из них около 50 % имеют запасы аммиака, 35 % – хлора, 5 % – соляной кислоты.

Северо-Западный регион – один из крупнейших экономических районов России – занимает всю северную часть Европейской территории страны. Площадь – 1690 тыс. км² (около 10 % территории РФ). В составе его 7 областей, Республика Карелия, Республика Коми. Население 15 млн. чел., плотность – 12 чел/км². В регионе 130 городов, 159 поселков городского типа. Административный центр региона – г. Санкт-Петербург (около 5 млн. жителей).

Потенциальных источников ЧС техногенного характера – около 3100. АЭС – 2 (Ленинградская и Кольская), 7 крупных радиационно опасных объектов, 300 организаций имеют радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений.

В регионе размещено более 300 химически опасных объектов. На зараженной территории может оказаться от 15 до 70 % населения.

В Санкт-Петербурге имеется 66 химически опасных объекта, пострадать в результате аварий может около 3,6 млн. человек.

Распределение населения по площади региона и потенциальных опасностей таковы, что плотность населения в потенциальных зонах ЧС оказывается высокой.

Вывод: В целом Северо-Западный регион относится к районам повышенной опасности воздействия поражающих факторов на население и окружающую среду при авариях и опасных природных явлениях.

2. Радиационная и ядерная безопасность

Рассмотрение вопросов радиационной безопасности традиционно связывается с понятием ионизирующего излучения – излучения, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков. Источники этих излучений широко используются в технике, химии, медицине, сельском хозяйстве и других областях.

Источниками ионизирующих излучений являются радионуклиды – атомы, ядра которых нестабильны (со временем распадаются) и ускорители заряженных частиц, к которым относятся, например, всем известные рентгеновские установки.

Существует 2 вида ионизирующих излучений:

1. корпускулярное, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля (альфа- и бета-излучение);
2. электромагнитное с очень малой длиной волны (гамма-излучение и рентгеновское).

Несколько в стороне от этих видов ионизирующих излучений стоит корпускулярное нейтронное, которое из-за нейтральности частицы не является непосредственно ионизирующим.

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, обладающих большой энергией. Эти ядра имеют массу 4 и заряд +2. Они образуются при радиоактивном распаде ядер или при ядерных реакциях. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер.

Энергия альфа-частиц не превышает нескольких МэВ. Длина пробега альфа-частиц в воздухе обычно менее 10 см. За счет своей большой массы при взаимодействии с веществом альфа-частицы быстро теряют свою энергию. Это объясняет их низкую проникающую способность и высокую удельную ионизацию: при движении в воздушной среде альфа-частица на 1 см своего пути образует несколько десятков тысяч пар заряженных частиц – ионов.

Бета-излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов.

Энергия бета-частиц не превышает нескольких МэВ, длина пробега в воздухе составляет приблизительно 1800 см., а в мягких тканях человеческого тела ~ 2,5 см. Проникающая способность бета-частиц выше, чем альфа-частиц.

Нейтронное излучение представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда. В зависимости от энергии различают медленные нейтроны (с энергией менее 1 кэВ), нейтроны промежуточных энергий (от 1 до 500 кэВ) и быстрые нейтроны (от 500 кэВ до 20 МэВ). При неупругом взаимодействии нейтронов с ядрами атомов среды возникает

вторичное излучение, состоящее из заряженных частиц и гамма-квантов. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно выше, чем у альфа- или бета-частиц. Нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью и представляет для человека наибольшую опасность из всех видов корпускулярного излучения. Мощность нейтронного потока измеряется плотностью потока нейтронов.

Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией. Оно испускается при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Высокая энергия (0,01 – 3 МэВ) обуславливает большую проникающую способность гамма-излучения. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем альфа- и бета-излучение.

Рентгеновское излучение может быть получено в специальных рентгеновских трубках, в ускорителях частиц, источниках высокого напряжения, в среде, окружающей источник бета-излучения, и др. Рентгеновское излучение представляет собой один из видов электромагнитного излучения. Энергия его обычно не превышает 1 МэВ. Разделение гамма и рентгеновского излучений по энергиям условно и обычно определяется источником происхождения – ускорительная аппаратура или ядерный распад. Устройства, в процессе работы которых возникает рентгеновское излучение, носят название генерирующих. Рентгеновское излучение, как и гамма-излучение, обладает малой ионизирующей способностью и большой глубиной проникновения.

Поскольку источниками опасностей являются и радионуклиды (радиоактивные атомы) и различные технические средства, принято разделять понятия ядерная и радиационная безопасность. Когда говорится о радиационной безопасности, то речь идет только о защите от излучений любой природы, а ядерная безопасность включает в себя все опасности, связанные с распадом радионуклидов. Ниже приведены наиболее часто встречающиеся определения этих понятий.

Ядерная безопасность

1) система организационно-технических мероприятий на ядерно-опасных объектах в целях максимального снижения и исключения возможностей по возникновению опасных и вредных воздействий на людей и окружающую среду;

2) свойство объектов, содержащих источники ядерной опасности, не допускать их проявления с требуемой вероятностью в течение заданного времени.

Радиационная безопасность

1) комплекс научно обоснованных мероприятий по обеспечению защиты человека, популяции в целом и объектов окружающей среды от вредного воздействия ионизирующих излучений;

2) система мероприятий, направленных на устранение или ограничение воздействия источников ионизирующего излучения на людей и окружающую среду.

На основе приведенных выше признаков опасности формулируется понятие радиационно-опасного объекта.

Радиационно опасный объект – объект, на котором имеются генерирующие источники излучения, хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

К радиационно опасным объектам относятся:

– предприятия ядерного топливного цикла – атомные станции электрические, теплоснабжения, предприятия подготовки, переработки и утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ) – рис. 2.1;

– объекты с ядерными энергетическими установками – корабли и космические аппараты;

– исследовательские ядерные реакторы;

– места хранения ядерных боеприпасов;

– объекты хранения делящихся материалов;

– установки технологические, медицинские, в которых имеются источники ионизирующих излучений (ИИ);

– территории и водоемы, загрязненные (по разным причинам) радионуклидами.

2.1. Ионизирующие излучения, радиоактивный распад

2.1.1. Источники ионизирующих излучений.

Генерирующие источники представляют в случае аварии меньшую

опасность, чем радионуклидные, поскольку отключение электропитания при аварии автоматически прекращает и генерацию излучения. Тем не менее, нужно иметь в виду, что в ряде случаев (ускорители с большой энергией или ускорители, предназначенные для наработки радионуклидов) прекращение работы генерирующих источников не означает полного отсутствия излучений, поскольку в оборудовании могут остаться наработанные радионуклиды.

В настоящее время наибольшую опасность представляют аварии на многочисленных эксплуатирующихся по всему миру АЭС с реакторами на медленных нейтронах. Работа этих реакторов основана на существовании цепных реакций деления, основанных на захвате нейтрона ядром атома с последующим распадом ядра с испусканием одного или нескольких нейтронов.

Например, при захвате нейтрона ядром урана-235 нейтрон поглощается. Образовавшееся новое ядро становится возбужденным и расщепляется, происходит деление ядра на два осколка, при этом практически мгновенно (в течение примерно 10 -14 секунд) испускаются 2—3 новых нейтрона. Эти осколки так же нестабильны и являются сильно радиоактивными, т. к. обладают избытком нейтронов. Далее, в продолжение нескольких десятков секунд, эти осколки испускают свои избыточные нейтроны, которые называются запаздывающими. Некоторые нейтроны в ядрах этих осколков переходят в протоны, что приводит к образованию новых изотопов. Нейтроны, которые испускаются в процессе деления ядра, в свою очередь, вызывают расщепление других ядер с выделением дополнительных вторичных нейтронов. Именно получение вторичных нейтронов и позволяет развиваться цепной реакции деления, подобно тому, как выделяемое при горении тепло поддерживает дальнейшее развитие этого горения.

Минимальная масса делящегося вещества, необходимая для начала самоподдерживающейся цепной реакции деления, носит название критической массы. Коэффициент размножения нейтронов в таком количестве вещества больше единицы или равен единице. Размеры, соответствующие критической массе, также называют критическими.

Величина критической массы зависит от свойств вещества (таких, как сечения деления и радиационного захвата), от плотности, количества примесей, формы изделия, а также от окружения. Например, наличие отражателей нейтронов может сильно уменьшить критическую массу.

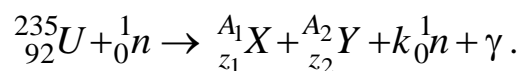
В ядерной энергетике параметр критической массы является

определяющим при конструировании и расчётах самых разнообразных устройств, использующих в своей конструкции различные изотопы или смеси изотопов элементов, способных в определенных условиях к ядерному делению с выделением колоссального количества энергии. Например, при проектировании мощных радиоизотопных генераторов, в которых используются в качестве топлива уран и ряд трансурановых элементов, параметр критической массы ограничивает мощность такого устройства. При расчётах и производстве ядерного и термоядерного оружия параметр критической массы существенным образом влияет как на конструкцию взрывного устройства, так и на его стоимость и сроки хранения. В случае проектирования и строительства атомного реактора, параметры критической массы также ограничивают как минимальные, так и максимальные размеры будущего реактора.

Наиболее распространенными являются реакторы, использующие уран в качестве топлива. Природный уран состоит из трёх изотопов: U-238 (99,282 %), U-235 (0,712 %) и U-234 (0,006 %). Он не всегда напрямую пригоден как ядерное топливо, особенно если конструкционные материалы и замедлитель интенсивно поглощают нейтроны. Поэтому в обычных энергетических реакторах атомных электростанций в качестве топлива используется обогащённый уран - тот же природный, но с повышенным до нескольких процентов содержанием U-235.

В энергетических реакторах на тепловых нейтронах используют уран с обогащением менее 6 %, а в реакторах на быстрых и промежуточных нейтронах обогащение урана превышает 20 %. Обогащённый уран получают на специальных обогатительных заводах.

Источник энергии на АЭС – реакция деления ядер U-235 под действием медленных нейтронов, ее энергетический выход около 200 МэВ:



Исходное ядерное топливо – ${}_{92}^{238}\text{U}$ ($T_{1/2} \approx 4,5 \cdot 10^9$ лет), обогащенный до 4-5 % ${}_{92}^{235}\text{U}$ ($T_{1/2} \approx 7,1 \cdot 10^8$ лет). При делении ядер урана образуется свыше

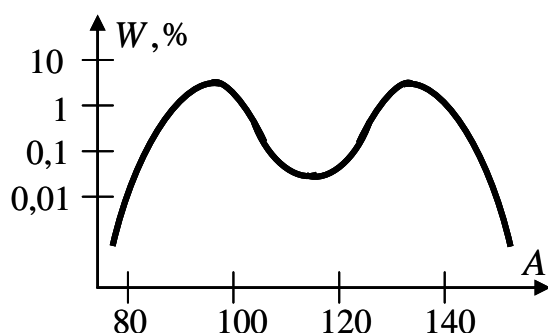
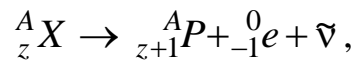


Рис. 1.20. Распределение осколков деления по массовым числам A

150 видов осколков X, Y . Наиболее вероятно появление неодинаковых – “тяжелых” и “легких” осколков, массы которых относятся как 2:3 – рис. 1.20, где по вертикальной оси отложена вероятность W появления осколков.

Осколки деления перегружены нейтронами и радиоактивны, ядра переходят в стабильное состояние, претерпевая последовательно несколько бета-распадов:



где ${}^0_{-1} e$ - бета-частица; $\bar{\nu}$ - антинейтрино.

Образующиеся в результате бета-распада ядра находятся в возбужденном состоянии, переход их в основное состояние сопровождается испусканием гамма-излучения (называемого осколочным) с энергией до нескольких мегаэлектронвольт. Схема распада определяет энергию сопутствующего осколочного гамма-излучения.

Радиоактивный распад описывается законом:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-t/T_{1/2}}, \quad (2.1.1)$$

где N_0 - начальное количество ядер (при $t = 0$); λ - постоянная распада, с^{-1} ; $T_{1/2}$ - период полураспада - время, за которое распадается половина начального количества ядер, с , $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda$.

Период полураспада различных ядер - продуктов деления урана составляет от единиц секунд до сотен тысяч лет, например, криптон ${}^{94} \text{Kr}$ - $T_{1/2} = 1,4 \text{ с}$; йод ${}^{131} \text{I}$ - $T_{1/2} = 8,1$ суток; цезий ${}^{135} \text{Cs}$ - $T_{1/2} = 3 \cdot 10^6$ лет.

Схема распада и период полураспада являются характеристиками данного радиоактивного ядра.

Таким образом, при работе реактора исходное ядерное топливо превращается в практически равное по массе радиоактивное отработанное ядерное топливо (ОЯТ). Схема ядерного топливного цикла приведена на рис.1.19.



Рис. 1.19. Ядерный топливный цикл
(в относительных единицах указаны получаемые персоналом дозы)

Важной совокупной характеристикой радиоактивного источника, учитывающей особенности ядра (постоянная распада λ) и количество ядер (N), т. е. их массу, является активность.

Активность A источника – это число распадов ядер источника в единицу времени:

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N. \quad (2.1.2)$$

Единица активности – беккерель (Бк): $1 \text{ Бк} = 1 \text{ с}^{-1}$. Внесистемная единица – кюри (Ки), $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Вследствие распада активность источника с течением времени уменьшается:

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 2^{-t/T_{1/2}}, \quad (2.1.3)$$

где $A_0 = \lambda N_0$ – начальная активность.

Для оценки степени загрязнения радионуклидами массы вещества, объема или поверхности используют соответственно величины: активность удельная A_m , Бк/кг; активность объемная A_V , Бк/м³; активность поверхностная A_s , Бк/м²:

$$\left. \begin{aligned} A_m &= A/m; \\ A_V &= A/V; \\ A_s &= A/S, \end{aligned} \right\} \quad (2.1.4)$$

где m и V – масса и объем вещества, в котором находятся радионуклиды активностью A ; S – площадь поверхности, загрязненной радионуклидами активностью A .

2.1.2. Основные дозиметрические характеристики ионизирующих излучений.

При прохождении ионизирующего излучения через вещество часть энергии излучения передается веществу в процессах ионизации и возбуждения атомов и молекул, а также ядерных превращений. Специфика воздействия ИИ на вещество и биологическую ткань потребовала введения нескольких характеристик, описывающих этот процесс.

Поглощенная доза излучения D – это энергия ионизирующего излучения, переданная единице массы вещества:

$$D = \frac{dE}{dm}, \quad (2.1.5)$$

где dE – энергия излучения, переданная массе dm вещества.

Единица измерения поглощенной дозы в системе СИ – грей (Гр): $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Внесистемная единица – рад, $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Поглощенная доза используется для оценки воздействия ионизирующих излучений на материалы, биологическую ткань.

Экспозиционная доза фотонного излучения X определяется для взаимодействия гамма- и рентгеновского излучения с воздухом. Экспозиционная доза характеризует заряд одного знака, образующийся в единице массы воздуха при его ионизации:

$$X = \frac{dQ}{dm}, \quad (2.1.6)$$

где dQ – заряд одного знака, образующийся при ионизации массы dm воздуха, Кл; dm – масса воздуха, кг. Внесистемная единица – рентген (Р). Экспозиционной дозе в 1 Р соответствует поглощенная доза приблизительно в 1 рад (0,01 Гр). Использование экспозиционной дозы в настоящее время не рекомендуется, но она встречается в ранее изданной литературе по дозиметрии.

Эквивалентная доза излучения H используется для оценки биологического воздействия различных видов ИИ при длительном облучении малыми дозами. Оказывается, что при одинаковой поглощенной дозе различных видов ионизирующих излучений (альфа-частицы, бета-частицы, гамма-излучение, протоны, нейтроны) повреждение органов или тканей организма различно. Опаснее те виды излучений, при которых выше плотность ионизации атомов и молекул на единице длины пробега ИИ, т. е. альфа-частицы, протоны, нейтроны.

Эквивалентная доза равна произведению поглощенной дозы рассматриваемого излучения в органе или ткани на безразмерный взвешивающий коэффициент k для данного вида излучения:

$$H = D \cdot k. \quad (2.1.7)$$

Взвешивающий коэффициент k называют коэффициентом качества излучения. Измеряется эквивалентная доза в зивертах (Зв), внесистемная единица – бэр (биологический эквивалент рада), 1 Зв=100 бэр.

Средние значения коэффициента качества излучения k :

$k = 1$ – для рентгеновского, гамма- и бета- излучений;

$k = 5$ – для протонов с энергией $E > 2$ МэВ;

$k = 5 \dots 20$ – для нейтронов различной энергии;

$k = 20$ – для альфа-частиц и тяжелых ядер.

Эффективная эквивалентная доза E учитывает чувствительность разных органов и тканей организма человека к воздействию ИИ и используется при оценке риска возникновения отдаленных последствий

облучения (стохастические эффекты) всего тела или отдельных органов. Она позволяет сравнивать риск облучения вне зависимости от того, облучается все тело равномерно или неравномерно.

Эффективная эквивалентная доза равна сумме произведений эквивалентных доз облучения H_i отдельных органов на соответствующие безразмерные взвешивающие коэффициенты их радиочувствительности w_i :

$$E = \sum_{(i)} H_i w_i \quad (2.1.8)$$

Единица измерения эффективной эквивалентной дозы – зиверт (Зв).

Взвешивающие коэффициенты w_i радиочувствительности определены для 12 видов органов и тканей тела человека:

– гонады	0,20;
– красный костный мозг	0,12;
– толстый кишечник	0,12;
– легкие	0,12;
– желудок	0,12;
– мочевой пузырь	0,05;
– грудная железа	0,05;
– печень	0,05;
– пищевод	0,05;
– щитовидная железа	0,05;
– кожа	0,01;
– клетки костных поверхностей	0,01;
– остальное	0,05.

Сумма коэффициентов равна единице и соответствует облучению всего тела человека.

Введенные выше три дозы: поглощенная, эквивалентная и эффективная эквивалентная описывают индивидуальное воздействие ИИ на человека. Для оценки коллективного риска возникновения стохастических эффектов от действия малых доз облучения на большие группы людей (сотни тысяч человек) служит эффективная коллективная доза.

Эффективная коллективная доза S равна сумме индивидуальных эффективных доз облучения N человек:

$$S = \sum_{i=1}^{i=N} E_i . \quad (2.1.9)$$

Эффективная коллективная доза измеряется в человеко-зивертах (чел.-

Зв) с указанием количества облученных.

Скорость набора дозы облучения характеризуется мощностью дозы (поглощенной, экспозиционной, эквивалентной):

$$P = \dot{D} = \frac{dD}{dt}. \quad (2.1.10)$$

2.1.3. Действие ионизирующих излучений на человека.

В процессе воздействия ИИ на живые организмы можно выделить четыре стадии (табл. 2.1.1). На стадии физических процессов образуются ионизированные атомы и молекулы, случайным образом распределенные в биологическом веществе, поскольку вероятность взаимодействия ИИ с тем или иным атомом биологических молекул одинакова.

Т а б л и ц а 2.1.1

Стадии воздействия ИИ на живые организмы

Стадии	Процессы	Продолжительность стадии
Физическая	Поглощение энергии излучения. Образование ионизированных атомов и молекул.	$10^{-16} \dots 10^{-15}$ с
Физико-химическая	Перераспределение поглощенной энергии внутри молекул и между молекулами. Образование свободных радикалов.	$10^{-14} \dots 10^{-11}$ с
Химическая	Реакции между свободными радикалами, между радикалами и неактивированными молекулами. Образование широкого спектра молекул с измененными структурой и функциональными свойствами.	$10^{-6} \dots 10^{-3}$ с
Биологическая	Последовательное развитие поражения на всех уровнях биологической организации – от субклеточного до организменного. Активация процессов биологического усиления и репарации повреждений.	Секунды – годы

На стадии физико-химических процессов поглощенная энергия перераспределяется между отдельными биологическими макромолекулами, что сопровождается разрывом наименее прочных химических связей. К окончанию этой стадии вместо случайных разрывов связей таковые обнаруживаются преимущественно в определенных структурах.

В течение химической стадии образовавшиеся свободные радикалы вступают в химические реакции между собой, с другими молекулами, в результате чего появляется много новых химических соединений, в том

числе и токсического действия – радиотоксинов.

Для этих стадий, называемых первичными, выделяют прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.

Прямое действие ионизирующего излучения – поглощение энергии излучения самими биологическими макромолекулами.

Косвенное воздействие ионизирующего излучения обусловлено поглощением излучения водой, составляющей около 75 % массы тела человека. Происходит радиолиз молекул воды с образованием высокоактивных в химическом отношении свободных радикалов OH , а затем – перекисных соединений: H_2O_2 , HO_2 , H_2O_3 и др., которые вступают в окислительные реакции с биологическими макромолекулами.

Последняя стадия – биологическая протекает специфически в разных живых организмах. На этой стадии сказываются изменения всех биологических процессов, происходящих в клетках – от уровня самой клетки до организма в целом.

Клетки представляют собой основные ячейки жизни. Клетка окружена клеточной оболочкой, внутри которой находятся цитоплазма и более плотное ядро клетки. Цитоплазма – органические соединения белкового характера – образует пространственную решетку, заполненную липидами (относительно малые молекулы, по свойствам подобные жирам) и водой с растворенными в ней солями. Ядро содержит хромосомы, составленные из молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) – носителя наследственной информации организма. Отдельные участки ДНК, отвечающие за формирование определенного признака, называются генами.

В живой клетке постоянно осуществляется обмен веществ с внешней средой, между отдельными внутриклеточными структурами, происходит деление клетки. При облучении клетки изменяется и весь ход обменных процессов в ней, но наиболее биологически значимыми являются изменения ДНК, ведущие к изменению хромосом (хромосомные aberrации) и генного аппарата. В ответ на первичные повреждения в клетке активизируются процессы устранения возникших повреждений в молекулах ДНК. Чтобы структура ДНК не восстановилась после облучения необходимо произвести около 7 ее разрушений. Таким образом, закрепится или нет хромосомная aberrация, зависит от соотношения эффективностей процессов появления и устранения повреждений ДНК. Если к моменту деления клетки повреждения в ней не устраняются, то образуется дочерняя клетка, отличающаяся от исходной.

При облучении человека элементарные процессы, протекающие в клетках, на уровне организма в целом приводят к эффектам, которые можно разделить по объекту проявления – на соматические и генетические, а по связи эффекта с дозой облучения – на детерминированные (нестохастические) и стохастические (табл. 2.1.2).

Т а б л и ц а. 2.1.2

Последствия облучения людей

Радиационные эффекты облучения людей		
Соматические (нестохастические)	Соматико- стохастические	Генетические
<p>Острая лучевая болезнь: – легкая $H=1-2$ Зв; – средняя $H=2-4$ Зв; – тяжелая $H=4-6$ Зв; – крайне тяжелая $H>6$ Зв.</p> <p>Хроническая лучевая болезнь</p> <p>Локальные лучевые поражения</p>	<p>Сокращение продолжительности жизни</p> <p>Лейкозы (злокачественные изменения кровообразующих клеток)</p> <p>Опухоли разных органов и клеток</p>	<p>Доминантные генные мутации (изменения в пределах одного гена, проявляющиеся в первом поколении)</p> <p>Рецессивные генные мутации (нарушение взаимоотношения генов, проявляется при повреждении одного и того же гена у обоих родителей)</p> <p>Хромосомные aberrации (искажение хромосомного набора)</p>

Соматические (телесные) эффекты проявляются непосредственно в облученном организме. Они могут быть детерминированными (нестохастическими) и стохастическими.

Соматические нестохастические (или просто соматические) эффекты проявляются в течение промежутка времени от нескольких минут до одного-двух месяцев после облучения при воздействии относительно больших доз на все тело или отдельные органы. К ним относят лучевую болезнь, лучевой ожог, нарушение иммунитета и кроветворения, катаракту глаза и др. Соматические эффекты проявляются тем быстрее и сильнее, чем больше величины дозы и мощности дозы и для их возникновения существует *дозовый “порог”*, т. е. при дозах ниже определенного значения они не проявляются, а при превышении “порога” возникают почти со 100 %-й вероятностью. Значения некоторых дозовых “порогов”:

- первичная лучевая реакция (тошнота, рвота) 1,5 Зв;
- острая лучевая болезнь 1 Зв;
- кратковременная стерилизация 1 Зв;
- эритема (ожог кожи) 4 Зв;
- эпиляция 5 Зв.

Наблюдения за персоналом и населением, подвергавшимся воздействию повышенных доз облучения, показали, что длительное облучение взрослого практически здорового человека при дозах до 50 мЗв в год не вызывает вредных соматических изменений (для сравнения: годовая доза облучения от естественного фона 0,7...2 мЗв).

Свойственная людям индивидуальная изменчивость проявляется в их чувствительности к облучению. На рис. 1.21

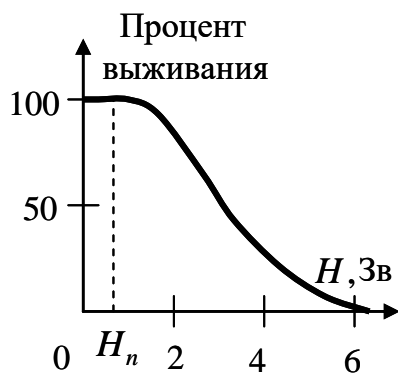


Рис.1.21. Зависимость доза-эффект для соматических эффектов

представлена зависимость выживаемости при лучевой болезни после однократного облучения, H_n – пороговая доза. Из этих данных видно, что различия индивидуальной чувствительности весьма велики: при дозе облучения ~ 2 Зв погибает до 20 % облученных, остальные выживают. Такой же S-образный вид с пороговым значением дозы имеет зависимость доза – эффект и для других соматических последствий.

Соматико-стохастические (соматические стохастические) – это отдаленные соматические эффекты, проявляющиеся с некоторой

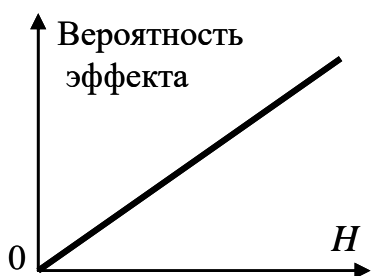


Рис.1.22. Зависимость доза-эффект для стохастических эффектов

вероятностью только через несколько месяцев или лет после облучения. При остром однократном облучении наиболее типичными отдаленными последствиями являются стойкие изменения кожи и увеличение частоты катаракт. В области малых доз (менее 0,05...0,1 Зв в год) наблюдается только один отдаленный эффект – увеличение частоты злокачественных образований. Эти эффекты

являются вероятностными: с увеличением дозы возрастает не тяжесть поражения, а лишь вероятность его появления, т. е. риск. Сам эффект – появление опухоли – всегда один и тот же. Зависимость доза-эффект для стохастических последствий – прямо пропорциональная и беспороговая (рис. 1.22). Отсутствие “порога” дозы означает, что не существует абсолютно безвредного облучения, снижение дозы ведет только к уменьшению риска, но полностью его не устраняет.

Генетические эффекты воздействия радиации на человека проявляются только в последующих поколениях. Они носят стохастический характер и

представляют собой те или иные повреждения на генном уровне, аналогично наследственным повреждениям. Описано около 1500 их разновидностей. От тяжелых наследственных генетических заболеваний страдает примерно до 3 % населения земного шара, поэтому возникают большие трудности в определении причины генных повреждений: результат ли это действия радиации, врожденные ли повреждения, или причина какая-то иная. В этом случае облучение может вызвать возрастание частоты генетических нарушений по сравнению с естественной.

Генетические эффекты так же, как и соматико-стохастические мало зависят от мощности дозы и определяются суммарной накопленной дозой. Эти эффекты проявляются при оценке ущерба в результате действия малых доз облучения на большие группы людей (сотни тысяч человек), определяются они эффективной коллективной дозой. Выявление эффекта у отдельного индивидуума практически невозможно.

Биологические последствия действия ионизирующих излучений зависят от ряда факторов, основными из которых являются:

- величина дозы и мощности дозы;
- продолжительность облучения;
- характер облучения (внешнее или внутреннее).

Доза облучения – основная характеристика, от которой зависят последствия воздействия ИИ; тяжесть лучевого поражения увеличивается с ростом дозы. Приблизительно диапазону эквивалентных доз облучения всего тела человека можно сопоставить следующие последствия.

Доза 0...0,05 Зв – соматические и генетические эффекты отсутствуют (частота появления стохастических эффектов – соматических и генетических – ниже естественной).

Доза 0,05...0,5 Зв – незначительно выраженные соматические эффекты, стохастические – на уровне естественных.

Доза 0,5...1,5 Зв – выраженные соматические эффекты, легкая степень лучевой болезни, частота соматико-стохастических и генетических эффектов заметно превышает естественную.

Доза 1,5...3,0 Зв – выраженная лучевая болезнь, в конце диапазона высокая вероятность летального исхода.

Продолжительность облучения, как для больших, так и для малых доз влияет на последствия воздействия ионизирующих излучений. Это обусловлено тем, что при любом нарушающем воздействии в организме человека протекают восстанавливающие процессы. Поэтому все эффекты

выражены тем слабее, чем больше время, в течение которого была получена одна и та же доза или, как говорят, чем более дробно она получена. В зависимости от продолжительности облучения различают однократное, многократное и хроническое облучения.

Однократным называется облучение, если его продолжительность не превышает четырех суток. За это время действие восстановительных механизмов в организме еще не успевает проявиться и эффект воздействия одной и той же дозы будет одинаковым, независимо от того, получена она в течение секунды, минуты, часа или дробно в течение четырех суток.

Многократным называется облучение в течение промежутка времени более четырех суток. В этом случае становится заметным результат протекания восстановительных процессов, которые частично ликвидируют последствия воздействия ИИ. Так, при небольших дозах со временем компенсируется до 90 % последствий набранной однократной дозы – это обратимая часть поражения. Оставшиеся 10 % (в различных случаях до 40 %) представляют необратимые поражения. Этим объясняется то, что допустимые дозы многократного облучения выше, чем для однократного облучения при одном и том же биологическом эффекте.

Хроническим называется облучение малыми дозами в течение длительного времени – до десятков лет. При хроническом облучении обычно определяют (рассчитывают) годовую дозу.

Характер облучения – внешнее или внутренне связан с расположением источника ионизирующего излучения – радиоактивных веществ вне или внутри организма человека.

Облучение называется *внешним*, если радиоактивные вещества находятся вне организма. Внешнее облучение обусловлено, в основном, излучениями, имеющими большую проникающую способность – гамма- и нейтронным излучениями, в меньшей степени – бета-излучением. Альфа-излучение полностью, а бета-излучение в значительной степени задерживаются воздухом, одеждой и поверхностным слоем кожи, поэтому особой опасности не представляют. Исключение составляет воздействие бета-частиц на глаза.

Внешнее облучение может быть *общим* – когда облучению подвергается все тело человека, и *локальным* (местным) – когда облучается только какая-то часть тела.

Эффект внешнего облучения зависит от величины эффективной дозы, мощности дозы, а также от того, какая часть тела человека подверглась

облучению.

Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивных веществ внутрь организма. Обычно рассматриваются три пути поступления радионуклидов в организм человека:

- через органы дыхания (ингаляционный);
- через желудочно-кишечный тракт (пероральный);
- через кожу (кожно – резорбтивный).

Этими путями радионуклиды сначала попадают в кровь, а затем током крови разносятся по всему телу.

Сразу же после радиационной аварии наиболее вероятным и опасным является ингаляционное поступление радиоактивных веществ в организм человека. Это обусловлено, во-первых, большим объемом воздуха, проходящего через легкие (порядка 100 м^3 в сутки) и, во-вторых, высокой степенью оседания мелких частиц аэрозоля в легких. При диаметре частиц более 1 мкм в легких задерживается около 20 % вдыхаемого аэрозоля, при размере частиц менее 1 мкм эта доля возрастает до 90 %. При употреблении загрязненной радиоактивными веществами воды и пищи в организме задерживается 4...10 % массы радионуклидов. Через неповрежденную кожу в организм попадает и задерживается в 200...300 раз меньше РВ, чем через желудочно-кишечный тракт.

Внутреннее облучение продолжается до тех пор, пока находящиеся внутри организма РВ не распадутся или не будут выведены из него биологическим путем. Скорость первого процесса характеризуется периодом полураспада $T_{1/2}$. Скорость биологического выведения радионуклидов из организма зависит от химических свойств соединений, содержащих радионуклиды и вида тех тканей организма, в которых они фиксируются. Она оценивается периодом полувыведения биологическим T_b - временем, в течение которого из организма выводится половина находящегося в нем радиоактивного вещества.

Совместное действие обоих факторов (радиоактивный распад и биологическое выведение), способствующих снижению содержания РВ в организме, оценивается с помощью эффективного периода полувыведения $T_{эф}$:

$$T_{эф} = \frac{T_{1/2} T_b}{T_{1/2} + T_b}. \quad (1.38)$$

При одних и тех же количествах радионуклидов внутреннее облучение

значительно опаснее внешнего. Это обусловлено следующими причинами.

Во-первых, резко увеличивается время облучения тканей организма. При внутреннем облучении это – время нахождения РВ в организме (сутки – годы в зависимости от вида радионуклида). При внешнем облучении – это время пребывания человека в зоне загрязнения, которое при вахтовом методе работы составляет часы или сутки.

Во-вторых, находясь внутри биологической ткани, радионуклид облучает ее в телесном угле 4π , при внешнем облучении человека этот телесный угол очень мал.

В третьих, при внутреннем облучении радионуклиды находятся в непосредственном контакте с биологической тканью внутренних органов, в которой полностью поглощается энергия альфа- и бета-излучений. При внешнем облучении эти виды ИИ задерживаются воздухом, одеждой, роговым слоем кожи.

И наконец, в четвертых, избирательное накопление радионуклидов в отдельных органах приводит к более сильному локальному облучению этих органов.

Опасность внутреннего облучения от поступления в организм того или иного нуклида зависит от вида ИИ, доли нуклида, попавшего в ткани и органы, от общего поступления его в организм, от соотношения $T_{\bar{\sigma}}$ и $T_{1/2}$.

Доля нуклида, попавшего в ткани и органы, может меняться в широких пределах – от 0,01 до 100 % от его поступления в организм.

Биологические периоды полувыведения нуклидов из критических органов и тканей составляют от десятков суток (${}^3_1\text{H}$, ${}^{14}_6\text{C}$, ${}^{24}_{11}\text{Na}$) до практически бесконечности – полное усвоение (${}^{90}_{38}\text{Sr}$, ${}^{226}_{88}\text{Ra}$, ${}^{239}_{94}\text{Pu}$). Важно соотношение периодов полураспада и биологического полувыведения. Малый период полураспада в сочетании с большим периодом полувыведения обуславливает высокую скорость поражающего действия нуклида.

В целом, опаснее альфа-активные нуклиды, имеющие малый период полураспада, большой период полувыведения, в значительной степени задерживающиеся в критически важных органах и полностью в них поглощающиеся.

В качестве такого примера можно привести альфа-активный нуклид ${}^{210}_{84}\text{Po}$, для которого $T_{1/2} = 138,4$ суток, $T_{\bar{\sigma}} \approx 50$ суток. Накопление нуклида от поступления в организм: 0,13 – в почках, 0,22 – в печени, 0,07 – в селезенке, 0,08 – в костях. Через один месяц после однократного

поступления в кровь $3,7 \cdot 10^4$ Бк (1 мкКи) нуклида доза облучения почек и селезенки составляет около 150 мЗв. Для дозы 15 Зв необходимо поступление нуклида активностью $3,7 \cdot 10^6$ Бк – т. е. всего $2,2 \cdot 10^{-8}$ г чистого полония.

2.1.4. Фоновое (естественное) облучение человека.

Источники фонового облучения человека – это космическое излучение, а также естественные и искусственные радиоактивные вещества, содержащиеся в теле человека и окружающей среде. Оно считается важным фактором мутагенеза, необходимого для эволюции живых организмов.

Радиация – естественный природный фактор, под постоянным воздействием которого развивалась и изменялась жизнь природы с её возникновения на Земле. Она была обусловлена первоначальным высоким содержанием в теле Земли природных радиоактивных элементов, которые распадались в течение миллионов лет до стабильного состояния, благодаря чему уровни естественного излучения постепенно снижались. Эволюция растительного и животного мира происходила в условиях радиационного воздействия. Изменение видов растительного и животного мира, приспособление их к меняющимся условиям внешней среды происходило, в том числе, за счет мутаций, обусловленных радиационным воздействием.

В музее Горного института в г. Санкт-Петербурге показана карта археологических раскопок древнейших стоянок первобытного человека в Африке. Их расположение совпадает с выходом на поверхность залежей урановых руд. Одна из гипотез происхождения человека предполагает, что человек произошел от обезьяны благодаря положительным радиационным мутациям. Человеческий организм адаптирован к воздействию малых доз радиации вследствие исторической эволюции, происходящей в условиях природного ионизирующего излучения.

Космическое излучение подразделяют на галактическое и солнечное, обусловленное солнечными вспышками. Состоит оно в основном из протонов с энергией до 10^{13} МэВ (около 90 %), альфа – частиц и более тяжелых ядер. Взаимодействуя с атмосферой Земли на высотах более 20 км, образует вторичное излучение, достигающее земной поверхности. Дозовые характеристики космического излучения очень сильно зависят от высоты (табл. 1.16). Годовая доза космического излучения составляет около 0,3 мЗв на уровне моря.

В окружающей среде находится более 60 радионуклидов естественного

происхождения: нуклиды семейств урана и тория и нуклиды, образующиеся в атмосфере при взаимодействии протонов и нейтронов с ядрами азота, кислорода, аргона (${}^3_1\text{H}$, ${}^{14}_6\text{C}$, ${}^7_4\text{Be}$, ${}^{22}_{11}\text{Na}$ и др.). Эти нуклиды являются источниками внешнего гамма-облучения человека и внутреннего – за счет попадания в организм с воздухом, водой и пищей. Интенсивность внешнего облучения меняется в широких пределах: от 10^{-8} до 10^{-4} Гр/ч для различных районов на материках. Среднепопуляционная мощность дозы для населения всего земного шара принята равной $4,5 \cdot 10^{-8}$ Гр/ч (доза за год 0,4 мГр). Мощность дозы в кирпичных, бетонных, каменных зданиях в среднем в 2-3 раза выше, чем на открытой местности и в деревянных домах вследствие концентрации радионуклидов в строительных материалах.

Т а б л и ц а 1.16

Средние мощности поглощенной и эквивалентной дозы космического излучения

Высота, км	\dot{D} , мкГр/ч	\dot{H} , мкЗв/ч
0	0,032	0,035
6	0,33	0,51
10	1,75	2,88
16	5,92	9,70
20	8,72	12,75

Годовая эффективная эквивалентная доза внутреннего облучения различных органов и тканей человека в районах с нормальным радиационным фоном составляет около 1,5 мЗв. Следовательно, в общем годовом облучении человека 2,2 мЗв от природных источников 2/3 этой дозы (~1,5 мЗв) приходится на внутреннее облучение и 1/3 дозы (~0,7 мЗв) – на внешнее. Приведенное соотношение может существенно меняться в зависимости от высоты над уровнем моря района проживания и уровня природной радиоактивности.

В искусственную составляющую фонового облучения включают облучение от радиоактивных выпадений ядерных взрывов и облучение, связанное с техногенной деятельностью – выбросы предприятий ядерного топливного цикла при их нормальной работе, зольные отходы тепловых электростанций, использование минеральных удобрений, строительных материалов.

Значительную часть в облучение населения от искусственных источников вносят медицинские процедуры: изотопная и рентгеновская

диагностика, радиотерапия. В развитых странах этот вид облучения – второй по значимости после естественного облучения.

В среднем для населения суммарная доза распределена по источникам облучения следующим образом: естественные источники – 70 %, медицинские процедуры – 29 %, проведенные испытания ядерного оружия – 0,3 %, профессиональное облучение – 0,06 %, атомная энергетика – 0,006 %.

Допустимые уровни облучения. В целях предупреждения соматических и сведения к минимуму соматико-стохастических и генетических последствий производится ограничение дозы внешнего и внутреннего облучения персонала и всего населения при применении, хранении и транспортировке радиоактивных веществ, при использовании ядерных реакторов, ускорителей заряженных частиц и других источников ионизирующих излучений. Все страны, использующие атомную энергию, имеют национальные нормы и правила радиационной безопасности, основанные на рекомендациях Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). В России действуют «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)» и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)». Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. N 40[4-6].

Эти документы устанавливают пределы техногенного облучения (на которое можно влиять при планировании хозяйственной деятельности) и не рассматривают дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий.

Исходя из условий контакта с источниками ионизирующих излучений, выделяются три группы облучаемых лиц:

Таблица 3.3.1

Мощность эквивалентной дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения

Категория облучаемых зон	Назначение помещений и территорий	Продолжительность облучения, ч/год	Проектная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
Персонал группа А	Помещения постоянного пребывания персонала	1 700	6,0

		Помещения временного пребывания персонала	850	12
	группа Б	Помещения радиационного объекта и территория санитарно-защитной зоны, где находится персонал	2 000	1,2
Население		Любые другие помещения и территории	8 800	0,06

Примечания: 1. В таблице приведены значения мощности дозы от техногенных источников ионизирующего излучения, имеющих в организации.

2. Переход от измеряемых значений эквивалентной дозы к эффективной дозе осуществляется по специальным методикам.

- персонал (профессиональные работники) – лица, которые постоянно или временно работают с источниками ИИ – категория А;
- персонал (профессиональные работники) непосредственно не работающие с источниками ИИ, но по условиям профессиональной деятельности могут подвергаться воздействию источников ИИ или отходов – категория Б;
- население – население области, республики, страны.

Для этих категорий устанавливаются контрольные уровни внешнего и внутреннего облучения, на основании которых планируются мероприятия радиационной защиты. Пределы облучения в целом устанавливаются исходя из требования того, чтобы при равномерном воздействии ионизирующих излучений в течение профессиональной деятельности (50 лет) и жизни (70 лет) в состоянии здоровья людей не было изменений, обнаруживаемых современными средствами (табл. 3.3.2).

Т а б л и ц а 3.3.2

Основные пределы доз

Нормируемая величина	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет,	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет,

	но не более 50 мЗв в год	но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
- в хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
- в коже	500 мЗв	50 мЗв
- в кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Примечание: 1. Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

2. Основные пределы для персонала группы Б равны 1/4 значений для персонала группы А.

3. Пределы доз учитывают поступления от источников внешнего и внутреннего облучения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности 50 лет 1000 мЗв (десятикратное превышение дозы естественного облучения), а для населения 70 мЗв за 70 лет жизни (половина дозы естественного облучения).

Дополнительные ограничения облучения вводят для женщин и учащихся. Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более 1/20 предела годового поступления для персонала. На период беременности и грудного вскармливания ребенка женщины должны переводиться на работу, не связанную с источниками ионизирующего излучения. Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

Требования Норм не распространяются также на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека, создаваемое природными калием, на которые практически невозможно влиять.

Природный калий состоит из трёх изотопов. Два из них стабильны: ^{39}K (изотопная распространённость 93,258 %) и ^{41}K (6,730 %). Третий изотоп ^{40}K (0,0117 %) является бета-активным с периодом полураспада $1,251 \cdot 10^9$ лет. В каждом грамме природного калия в секунду распадается в среднем 32 ядра ^{40}K , благодаря чему, например, в организме человека массой 70 кг ежесекундно происходит около 4000 радиоактивных распадов. Поэтому легкодоступные в быту соединения калия (поташ, хлорид калия, калийная селитра и т. д.) можно использовать как пробные радиоактивные источники для проверки бытовых дозиметров.

Для гарантированного непревышения пределов доз облучения населения на территории вокруг радиационно опасных объектов выделяют санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения, в которых постоянно контролируют интенсивности потоков ионизирующих излучений и загрязнение среды радионуклидами.

Естественное ионизирующее излучение и излучение искусственных (техногенных, в том числе аварийных) радионуклидов имеют одну и ту же природу и оказывают одинаковое воздействие на человека и живую природу.

На Европейской части России, в Беларуси, Украине средние значения естественного фона составляют около 0,1 мкЗв/ч. Средние годовые дозы от всех видов естественного излучения составляют около 3 мЗв за год. Однако, на Земле есть места, где естественный фон в десятки раз выше и где постоянно проживают десятки тысяч людей. Тщательные исследования их здоровья не нашли отклонений от средних показателей в мире ни по онкологическим заболеваниям, ни по каким-либо другим. В большинстве населенных пунктов, загрязненных радиоактивными выпадениями Чернобыльской аварии, дозы у жителей даже за первый год после аварии были меньше максимальных доз естественного фона в некоторых частях Земли, а в настоящее время дополнительное облучение за счет аварии на ЧАЭС почти во всех населенных пунктах значительно меньше величины естественного фона.

Поверхностное загрязнение почвы цезием-137 уменьшилось за 25 лет почти в два раза благодаря его радиоактивному распаду. Доза от "чернобыльского" облучения жителей снизилась за это время в десятки раз за счет заглубления радионуклидов в почву, за счет включения радионуклидов в почву в нерастворимые соединения, которые не могут поступать в растения, а с растениями в мясо и молоко сельскохозяйственных животных и далее с пищевыми продуктами в организм человека, а также благодаря проведенным мероприятиям по снижению облучения жителей.

В настоящее время наибольшее содержание радиоактивного цезия находят в продуктах природного происхождения. Скорость очищения лесных экосистем крайне низка, поэтому самые высокие уровни радионуклидов отмечаются в грибах, ягодах, мясе дичи и особенно северного оленя (в арктической местности).

2.1.5. Медицина и радиационные технологии

Радиационные технологии (РТ) – это технологии, базирующиеся на использовании ионизирующих излучений. В комплекс РТ включаются изотопные, пучковые, лазерные и плазменные технологии. Распространенность и разноплановость РТ, основанных на единых физических принципах позволяют выделить их в отдельную технологическую платформу.

Производственные решения на основе радиационных технологий вносят значительный вклад в развитие мировой экономики. Совокупный объем рынков применения РТ на текущем этапе составляет около 200 млрд. долларов. По оценкам экспертов потенциальный объем этих рынков составляет до 400-500 млрд. долларов в перспективе ближайшего десятилетия. На сегодняшний день радиационные технологии широко востребованы во всем мире. Более 20% топ-100 ведущих мировых корпораций используют их в производственных и технологических процессах, например, в медицине - для диагностики и терапии онкологических заболеваний, стерилизации медицинских изделий и материалов; транспортной безопасности – для создания систем досмотра пассажиров и багажа; пищевой и косметической промышленности – для обеззараживания и повышения сроков хранения продукции; производстве материалов, других областях.

Во все времена здоровье было одной из главных забот человечества. Медицина – древнейшая наука. Как полноценная отрасль научного знания она возникла в V веке в Греции, благодаря легендарному Гиппократу, который и положил начало этой науке. До сих пор все, кто решил посвятить себя медицине, произносят клятву Гиппократа. От древнеримской эпохи до нас дошли труды Галена, Плиния Старшего, Диоскорида. Новый виток развития медицинской науки приходится на XVI век, когда силами Фаллопия, Везалия и Евстахия были сделаны многие анатомические открытия. С XVII века активно начинает развиваться физиология (Гарвей) и гистология (Левенгук, Мальпиги). Морганьи положил начало патологоанатомии.

Медицина XIX века блистала научными открытиями. Именно к этому периоду относятся наиболее значимые открытия в области патологической бактериологии, кроме того, была открыта рентгеноскопия как новый метод исследования болезней, внедрены такие методы лечения как электротерапия, серотерапия, светолечение и т.д. Ряд принципиально новых методов и

приемов был открыт в хирургии. И сегодня медицина не стоит на месте, открывая все новые и новые методы борьбы за здоровье человечества.

В ходе этой борьбы используются достижения различных наук, в первую очередь - физики. Фактически каждое открытие физиков достаточно быстро начинает применяться в медицине.

Лучевая диагностика и терапия началась с открытия рентгеновского излучения. Уже в первую мировую войну рентгеновские процедуры использовались для определения особенностей ранений и обнаружения пуль и осколков, застрявших в телах раненых.

Отсутствие знаний о поражающих факторах ИИ привело к появлению первых больных лучевой болезнью. Самым первым оказался русский солдат, получивший ранение в область сердца и выживший. Рентген показал, что у него редкая аномалия – сердце расположено справа, поэтому ранение оказалось не смертельным. Его стали показывать многочисленным врачам и студентам, что привело к рентгеновскому переоблучению. В результате стали приниматься защитные меры к пациентам и врачам-рентгенологам.

Открытие РА изотопов дало следующий толчок к развитию медицины.

Первое применение радиоактивных индикаторов относят к 1911 году и связывают с именем Дьердя де Хевеши. Молодой ученый, живший в дешевом пансионе, начал подозревать, что остатки пищи, которые он не доел, подавали ему вновь на следующий день. Он добавил радиоизотопный индикатор к несъеденной порции и с помощью детектора излучения доказал своей хозяйке, что дело обстояло именно так. Хозяйка выгнала молодого ученого из пансиона. Он же продолжал начатую работу, результатом которой стала Нобелевская премия за использование радионуклидов в качестве индикаторов в биологии.

В настоящее время радионуклиды в медицине используют и для диагностики и для лечения. Ядерная (ЯМ) медицина охватывает все виды применения открытых радиоактивных веществ в диагностических и лечебных целях.

В зависимости от конкретного вида исследования в настоящее время различают лабораторные и клинические радиологические методы, а также радиоизотопное сканирование.

В первом случае изучается скорость накопления или выведения вещества определенным органом, что отражает сохранность функционирования данного органа в целом.

Радиоизотопное сканирование позволяет отчетливо определить границы органа, размеры, форму, расположение, а также оценить распределение вещества в ткани органа, выявить гиперфункциональные «теплые» и «холодные» узлы, определить новообразования и др.

Методы диагностики, основанные на регистрации излучения радиоактивных изотопов и меченных соединений, введенных в организм больного принято называть – радионуклидная диагностика *in vivo* .

Суть его состоит в том, что после введения меченного вещества оно распределяется по телу человека в зависимости от функционирования его органов и систем. Регистрируя распределение, перемещение, превращение и выведение из организма радиоактивных индикаторов, врач получает возможность судить об участии соответствующих элементов в биохимических и физиологических процессах. Современная аппаратура позволяет зарегистрировать ионизирующее излучение крайне малого количества радиоактивных соединений, которые практически безвредны для организма исследуемого.

Из этих первых экспериментов и возникло новое направление – ядерная медицина. Ядерная медицина - область массового использования радионуклидов - ядер атомов, распадающихся с испусканием элементарных частиц. На ее нужды расходуется более 50% годового производства радионуклидов во всем мире. В настоящее время во многих клиниках в России или за рубежом при постановке диагноза заболевания используются различные радиоактивные препараты и меченные ими соединения. Это направление ядерной медицины называется радионуклидной диагностикой.

Учитывая большие перспективы радионуклидной диагностики, растет и расширяется число методов исследования, как давно зарекомендовавшие себя, так и совершенно новые технологии и радиоактивные соединения, ранее не встречавшиеся в клинической практике.

Впервые метод меченных атомов, лежащий в основе РНД, применил Дж-Хэвеш, который в 1924 г. с Bi^{214} изучал гемоциркуляцию у животных, а в 1935 г. он же исследовал биораспределение бета-излучающего радионуклида P^{32} в тканях крыс с помощью коллимированного счетчика Гейгера - Мюллера. Именно P^{32} был первым радионуклидом, который был использован для РНД на человеке с целью определения распространенности опухолевого процесса в головном мозге. С этой целью в ходе нейрохирургической операции миниатюрный детекторный зонд со счетчиком Гейгера-Мюллера вводился в ткани головного мозга, и по уровню

скорости счета импульсов хирург мог уточнять границы распространения опухолевого очага в этих тканях.

В 1927 г. Блумгарт и Вейс применили газ радон для оценки гемодинамики у больных с сердечной недостаточностью. В 1940 г. впервые по гамма-излучению I^{131} Гамильтоном были проведены *in vivo* исследования функции щитовидной железы.

Радионуклиды для РНД сначала получали на циклотронах (первый циклотрон разработал Э.Лоуренс в Беркли в 1928 г.), но их полезный выход был слишком мал для широкого клинического использования. Новый этап в развитии радиофармацевтики наступил с появлением ядерных реакторов, первоначально предназначенных для получения плутония в военных целях. На реакторе в Окридже с конца 40-ых гг. был налажен синтез и медицинских радионуклидов, прежде всего P^{32} и I^{131} . Позднее был разработан ряд РФП с другими радионуклидами, в частности, с Sr^{85} , Ai^{198} , Fe^{59} .

У ЯМ есть и другое – лечебное направление. Для лечения используются сравнительно долгоживущие изотопы. При этом химическая структура РФП должна способствовать его удержанию в целевом органе. Этот метод лечения называется радионуклидной терапией (РНТ). В современной научной литературе РНД и РНТ объединяются термином ядерная медицина.

Очевидно, что успех проводимых лечебных мероприятий в первую очередь зависит от своевременности и точности диагностики, обеспечивающей объективную оценку как морфологических, так и функциональных изменений в пораженных органах и тканях.

Опыт клинической медицины показывает преимущества методов диагностики, основанных на визуализации патологических и нормальных участков тканей тела человека с помощью различных физических методик, дающих возможность визуализации органов и тканей: рентгенологические, ультразвуковые, магнитно-резонансные, термографические. При этом наилучший диагностический эффект достигается при их совместном использовании.

Визуализация с помощью радиоизотопов включает в себя ряд методов получения изображения, отражающих распределение в организме меченных радионуклидами веществ. Характер распределения РФП в организме определяется химической структурой РФП, а также такими факторами, как величина кровотока объёма циркулирующей крови и наличием того или иного метаболического процесса.

Самый современный метод диагностики и контроля лечения онкологических заболеваний – позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

С помощью позитронно-эмиссионной томографии можно обнаружить онкологические заболевания на раннем этапе, до начала прогрессирования заболевания. Современная диагностика рака, используя ПЭТ, позволяет выявить цепи пораженных опухолью тканей путем введения в организм фторглюкозы, которая перерабатывается всеми клетками. Клетки с повышенным обменом веществ воспринимают больше глюкозы. Именно этим отличаются раковые клетки. Раковые опухоли потребляют больше энергии, чем здоровые ткани, поэтому они захватывают больше радиоактивного препарата - таким образом опухоли становятся видны при проведении позитронно-эмиссионной томографии. Они фиксируются сканером и отображаются на снимках. ПЭТ определяет раковую опухоль размером даже менее 1 см. Радиоактивная субстанция, вводимая в организм, теряет свою активность в течение нескольких часов и является безвредной. Особая ценность этого диагностического метода в том, что он позволяет подобрать наиболее целесообразную форму терапии, особенно лимфатических онкологических заболеваний. По окончании химиотерапии ПЭТ позволяет определить эффективность проведенного лечения.

ПЭТ распознает метастазы, когда другие диагностические методы бессильны. Например, рентген-исследование легких может в случае затенения вызвать только подозрение на наличие метастазов. Подтвердить или опровергнуть подозрения может пункция тканей или ПЭТ, при этом только ПЭТ позволяет определить размеры метастазирования, а также может распознать распространение раковых клеток на ранних стадиях заболеваний.

Точность ПЭТ-диагностики составляет от 80 до 95 процентов, тогда как точность компьютерно-томографической диагностики от 50 до 68 процентов. При этом компьютерная томография часто не указывает на имеющийся рецидив опухоли или метастазы.

ПЭТ также используется для определения стадии рака. В прошлом доктора могли судить о поражении раком лимфатических узлов только по их увеличению. С помощью ПЭТ возможно обнаружить пораженный раком лимфатический узел еще до того, как он начал увеличиваться, что позволяет правильно провести лечение.

Радиотерапия, лучевая терапия — лечение гамма-излучением или пучками элементарных частиц из медицинского ускорителя. Применяется в основном для лечения злокачественных опухолей.

Целью лучевой терапии является уничтожение клеток, составляющих опухоль. Ионизирующее излучение взаимодействует с молекулами воды, формируя пероксид и свободные радикалы, поэтому, чем более активны метаболические процессы в клетке, тем более сильное повреждающее воздействие оказывает на неё радиация. Раковые клетки являются активно делящимися и быстро растущими; в норме схожей активностью обладают клетки костного мозга. Соответственно, если раковые клетки более активны, чем окружающие ткани, то и повреждающее действие излучения причинит им более серьёзный вред.

Наиболее распространённой причиной назначения лучевой терапии является наличие новообразований различной этиологии. В зависимости от локализации опухоли различаются типы воздействия и доза излучения.

В ряде случаев весьма эффективной оказывается радионуклидная терапия. До 1980-х годов Йод-131 был единственным широко используемым терапевтическим (РФП) изотопом. И до настоящего времени он по-прежнему используется наиболее часто. Йодотерапия не имеет альтернативы при тяжёлых формах рака щитовидной железы, тиреотоксикоза и гипертиреозидизма у больных с большим риском оперативного лечения и непереносимости медикаментов. Успешным оказалось лечение нейроэндокринных опухолей. Радиоиммунотерапия на начальных этапах своего становления и развития также проводилась с использованием препаратов Йода-131.

Широко применяются варианты лечения, когда в ткани, содержащие опухолевый очаг, вводятся закрытые источники (брахитерапия) в виде проволок игл, капсул, сборок из шариков или открытые источники, растворы которых непосредственно вводятся в организм через рот, в полость, опухоль или сосуд. Применение растворов основано на способности некоторых радионуклидов накапливаться преимущественно в определённых тканях (йод — в щитовидной железе, фосфор — в костном мозге и др.)

Наглядным примером использования радионуклидов в медицине является так называемая радонная терапия. Радон(Rn), радиоактивный химический элемент, атомный номер 86. Стабильных нуклидов не имеет.

Английский ученый Э. Резерфорд в 1899 отметил, что препараты тория испускают, кроме альфа-частиц, и некое неизвестное ранее вещество, так что воздух вокруг препаратов тория постепенно становился радиоактивным. Это вещество он предложил назвать эманацией (от латинского *emanatio* — истечение) тория. Последующие наблюдения

показали, что и препараты радия также испускают некую эманацию, которая обладает радиоактивными свойствами и ведет себя как инертный газ. Первоначально эманацию тория называли тороном, а эманацию радия — радоном. Было доказано, что все эманации на самом деле представляют собой радионуклиды нового элемента — инертного газа, которому отвечает атомный номер 86. В 1923 этот газ получил название радон.

Содержание радона в земной коре составляет 7·10⁻¹⁶ % по массе. Он входит в состав радиоактивных рядов урана-238, урана -235 и тория-232. Ядра Rn постоянно возникают в природе при радиоактивном распаде материнских ядер. Наиболее устойчивый радионуклид радона – альфа-радиоактивный Rn²²², период полураспада T_{1/2} = 3,82 суток. У Rn²²⁰ период полураспада T_{1/2} = 54,9 с. Еще быстрее распадается Rn²¹⁹, для него T_{1/2} = 3,92 с.

Радон используют в медицине для приготовления «радоновых ванн», в сельском хозяйстве для активации кормов домашних животных, в металлургии в качестве индикатора при определении скорости газовых потоков в доменных печах, газопроводах, в геологии при поиске радиоактивных элементов в природе. Радионуклиды радона обуславливают более половины всей дозы радиации, которую в среднем получает организм человека от природных и техногенных радионуклидов окружающей среды. Распад ядер радона в легочной ткани вызывает микроожог. Если концентрация радона в воздухе значительна, то попадание его в легкие может вызвать онкологическое заболевание.

ПДК радона в воздухе помещений 100 Бк/м³. Предельно допустимое поступление Rn через органы дыхания 146 МБк/год.

Известным фактом является то, что ионизирующие излучения в малых дозах не только не вредны, а полезны и даже жизненно необходимы человеческому организму. У людей, живущих в районах с повышенным радиационным фоном (высокогорные области Ирана, Китая, Тибета), средняя продолжительность жизни выше, а заболеваемость ниже, чем у людей, живущих в условиях обычного природного фона. Радонотерапия чрезвычайно популярна во многих странах мира. Такие курорты как Баден-Баден (Германия), Гаштейн (Австрия), Мисаса (Япония) принимают ежегодно миллионы пациентов. Во многих городах Европы открыты центры радонотерапии.

Радонотерапия применяется при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, органов пищеварения, центральной и периферической нервной системы, кожных заболеваний, гинекологических

заболеваний, нарушений обмена веществ. Эффект от ванн длится в течение трех-шести месяцев.

Во время проведения процедуры организм насыщается радоном, который проникает через кожные покровы. После принятия лечебной ванны, радон удаляется из организма посредством легких во время выдыхания, примерно через полтора-два часа.

Кроме того, проведение подобных радоновых процедур оказывает ярко выраженное обезболивающее воздействие. Дело в том, что при принятии ванны с радоновой водой, блокируются боевые импульсы в спинном мозге, а также определенных центрах головного мозга, отвечающих за возникновение болезненных ощущений.

Тем не менее, нужно иметь в виду, что длительное воздействие больших доз радона очень вредно.

Радон легко выделяется из почвы в воздух, где он распадается на недолговечные продукты, называемые дочерними продуктами радона. При распаде эти дочерние продукты радона выделяют радиоактивные альфа-частицы и прикрепляются к аэрозолям, пылинкам и другим частицам, содержащимся в воздухе. Когда мы дышим, дочерние продукты радона осаждаются в клетках, выстилающих дыхательные пути, где альфа-частицы могут повредить ДНК и потенциально привести к развитию рака легких.

Уровни концентрации радона в открытом воздухе обычно очень низкие. Средний уровень концентрации радона в открытом воздухе колеблется от 5 до 15 Бк/м³. Внутри помещений уровни концентрации радона выше, а самые высокие уровни отмечаются в таких местах, как рудники, пещеры и водолечебницы.

Во многих странах радон является второй по значимости причиной развития рака легких после курения. Доля случаев рака легких, вызванных радоном, оценивается от 3% до 14%. Значительные последствия для здоровья наблюдаются среди работников урановых рудников, подвергающихся воздействию радона в высоких концентрациях. Однако исследования, проведенные в Европе, Северной Америке и Китае, подтвердили, что низкие уровни концентрации радона, такие как уровни в домах, также представляют риски для здоровья и в значительной мере способствуют заболеваемости раком легких во всем мире.

При возрастании концентрации радона на 100 Бк/м³ риск развития рака легких увеличивается на 16%. Соотношение доза-ответ является линейным, то есть риск развития рака легких возрастает прямо пропорционально

возрастанию воздействия радона. Вероятность того, что радон приведет к развитию рака легких, у курильщиков гораздо выше.

2.2. Радиационные аварии, защита от ионизирующих излучений

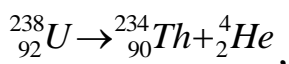
Радиационная авария – авария на радиационно опасном объекте, приводящая к выходу или выбросу радиоактивных веществ и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Причины радиационных аварий:

- неисправность оборудования;
- неправильные действия работников (персонала);
- стихийные бедствия;
- терроризм и иные причины.

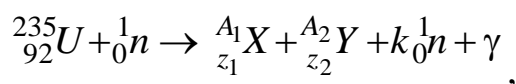
Наиболее опасны радиационные аварии на атомных станциях, использующихся для получения электроэнергии или для горячего водоснабжения и имеющих в своем составе 2...4 ядерных реактора. В ядерных реакторах АЭС в процессе их работы накапливается большое количество радиоактивных веществ (РВ).

Источником излучения, от которого необходимо защититься на АЭС является ядерное топливо (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu), которое в исходном состоянии альфа-радиоактивно, например,



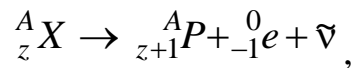
периоды полураспада: $^{238}\text{U} \Rightarrow T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$ лет, $^{235}\text{U} \Rightarrow T_{1/2} = 7,1 \cdot 10^8$ лет, $^{239}\text{Pu} \Rightarrow T_{1/2} = 24400$ лет. Альфа-распад сопровождается мягким (до нескольких десятков кэВ) гамма-излучением. Периоды полураспада – большие, поэтому вклад исходного топлива в суммарную активность невысокий.

Деление в реакторе или в ядерном боеприпасе тяжелых ядер (урана, плутония) при захвате нейтронов описывается схемой:



где $k \approx 2,5$ – коэффициент размножения нейтронов (коэффициент развития цепной реакции). При делении ядер образуется свыше 150 видов осколков X, Y . Наиболее вероятно появление неодинаковых – “тяжелых” и “легких” осколков, массы которых относятся как 2:3. Осколки деления

перегружены нейтронами, ядра переходят в стабильное состояние, претерпевая последовательно несколько бета-распадов:



где ${}^0_{-1} e$ - бета-частица; $\bar{\nu}$ - антинейтрино. Образующиеся в результате бета-распада ядра находятся в возбужденном состоянии, переход их в основное состояние сопровождается испусканием гамма-излучения (называемого осколочным) с энергией до нескольких МэВ.

Таким образом, в окружающую среду могут выходить источники альфа-, бета- и гамма-излучения.

2.2.1. Взаимодействие ИИ с веществом.

Заряженные частицы, проходя через вещество, вызывают возбуждение и ионизацию атомов и молекул за счет дальнедействующих кулоновских взаимодействий с электронной оболочкой и ядрами атомов. Передача энергии движущейся заряженной частицей электронам и ядрам атомов среды происходит при упругих и неупругих взаимодействиях малыми порциями, постепенно. При таких “столкновениях” отклонение движения заряженной частицы от первоначального направления незначительно.

Потери энергии заряженных частиц на ионизацию и возбуждение атомов среды называют **ионизационными**. Результатом прохождения заряженной частицы через вещество является появление **свободных зарядов** вдоль трека частицы.

Другой вид потерь энергии заряженными частицами при прохождении через вещество – это **радиационные** потери, обусловленные излучением тормозных фотонов. Частицы, отклоняясь в электрическом поле ядра, испытывают ускорение и излучают. Сравнение ионизационных и радиационных потерь энергии для заряженных частиц радиоактивного распада показывает, что последними можно пренебречь.

Основной характеристикой прохождения заряженных частиц через вещество являются ионизационные потери энергии частиц на единицу длины их пути – линейные потери энергии

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_{\text{ион}} = \rho \left(\frac{Z}{A}\right) z^2 \frac{g(v)}{v^2},$$

где ρ – плотность среды; Z, A – порядковый номер и массовое число вещества среды; z – заряд заряженной частицы в единицах заряда электрона; v – скорость заряженной частицы; $g(v)$ – функция (логарифмического типа)

скорости частицы, различная для легких (электронов) и тяжелых (альфа-) частиц. Это выражение позволяет отметить основные особенности прохождения альфа- и бета-частиц через вещество:

Альфа-частицы теряют свою энергию быстрее, чем электроны (z^2).

Учитывая, что отношение $\frac{Z}{A} \approx 0,4 \div 0,5$ – мало меняется для различных элементов, линейные потери энергии пропорциональны плотности среды.

Линейные потери энергии растут с уменьшением скорости частицы.

Полная потеря энергии определяет путь частицы в веществе. Однако на практике важно знать не длину пути частицы, а расстояние, на которое частица проникает в вещество, называемое ее *пробегом*. Пробеги альфа и бета-частиц определяются как расчетным путем, так и экспериментально. В качестве примера в таблицах приведены пробеги альфа- и бета-частиц разных энергий для ряда материалов.

Таблица 2.2.1. Пробег альфа-частиц

E_α , МэВ	Воздух, см	Биологическая ткань, мкм	Алюминий, мкм
4	2,4	26,2	16,5
6	4,4	48,8	28,8
8	7,2	78,0	43,4
10	10,2	112	61,6

Таблица 2.2.2. Пробег бета-частиц (в скобках для среды приведена плотность, кг/м³)

E_β , МэВ	Воздух, м ($\rho_{\text{возд}} = 1,29$)	Вода, см ($\rho_{H_2O} = 10^3$)	Алюминий, мм ($\rho_{Al} = 2,7 \cdot 10^3$)	Железо, мм ($\rho_{Fe} = 7,8 \cdot 10^3$)
1	3,80	0,4	2,0	0,8
2	8,35	1,0	4,5	1,7
3	12,8	1,5	6,9	2,5
4	17,1	2,0	9,2	3,3

Эти данные качественно подтверждают формулу для линейных потерь энергии заряженных частиц. Увеличение энергии ($E = \frac{mv^2}{2}$ в нерелятивистском случае) ведет к уменьшению линейных потерь энергии и

увеличению пробега. Рост плотности среды ведет к пропорциональному росту линейных потерь энергии и уменьшению пробега частиц.

Качественный вывод о проникающей способности электронов и альфа-частиц:

– пробег электронов в воздухе составляет метры; в воде, биоткани – около одного сантиметра; в металлах – около миллиметра;

– пробег альфа-частиц в воздухе составляет сантиметры; в твердых материалах сотые доли миллиметра (10^{-5} м).

Гамма-излучение взаимодействует с электронной оболочкой или ядром атома. При одном взаимодействии с ядром или электроном оболочки атома гамма-квант может потерять всю или значительную часть своей энергии, направление движения кванта резко меняется – вплоть до рассеяния «назад». Плотность потока гамма-квантов в среде уменьшается по закону Бугера:

$$J(x) = J_0 e^{-\mu x},$$

где μ – линейный коэффициент ослабления гамма-излучения, зависящий от энергии излучения и материала. Это выражение описывает плотность потока гамма-излучения за слоем материала толщиной x в геометрии узкого пучка, т. е. когда регистрируются только прошедшие без взаимодействия кванты и не регистрируются рассеянные. Рассеянное излучение учитывается фактором накопления.

В таблице приведены значения линейного коэффициента ослабления для нескольких материалов и характерных энергий гамма-излучения.

Таблица 2.2.3. Линейный коэффициент ослабления гамма-излучения, см^{-1}

E_γ , МэВ	Воздух	Вода	Алюминий	Железо	Свинец
0,1	$2 \cdot 10^{-4}$	0,16	0,42	2,6	60,3
0,661	$1 \cdot 10^{-4}$	0,09	0,20	0,57	1,18
1	$8 \cdot 10^{-5}$	0,07	0,16	0,47	0,77
2	$6 \cdot 10^{-5}$	0,05	0,12	0,33	0,51
3	$4 \cdot 10^{-5}$	0,04	0,09	0,28	0,47
6	$3 \cdot 10^{-5}$	0,03	0,07	0,24	0,49

При расчете защиты от гамма-излучения удобно пользоваться наглядной характеристикой ослабляющей способности материала –

толщиной слоя (или просто «слоем») половинного ослабления $d_{1/2}$. Слой половинного ослабления уменьшает плотность потока (мощность дозы) в два раза:

$$J(d_{1/2}) = J_0 e^{-\mu d_{1/2}} = \frac{J_0}{2},$$

откуда следует связь линейного коэффициента ослабления μ и слоя половинного ослабления $d_{1/2}$:

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

Слой половинного ослабления при энергии гамма-излучения 1 МэВ составляет: 90 м для воздуха, 10 см для воды, 4,3 см для алюминия, 1,5 см для железа и 0,9 см для свинца.

Слой защитного материала толщиной x ослабляет гамма-излучение в k раз:

$$k = \frac{J_0}{J} = e^{\mu x} = 2^{\frac{x}{d_{1/2}}},$$

если защита состоит из нескольких слоев различных материалов:

$$k = 2^{\sum_{(i)} \frac{x_i}{d_{i1/2}}}.$$

2.2.2. Принципы построения защитных барьеров от излучения

Прохождение гамма излучения через вещество вызывает его ионизацию, т.е. образование электрических зарядов. Если этот фактор достигает значительной величины, он вызывает нарушения в жизнедеятельности биологических структур, а также приводит к сбоям в работе электронных устройств. Таким образом, в местах, где присутствуют источники гамма излучения большой интенсивности, как правило, требуется организация биологической защиты, а если это необходимо, то и защиты электронного оборудования. Вопросы защиты от излучений достаточно подробно описаны в литературе (например, [7-10]).

Принцип построения защитных барьеров от гамма излучения заключается в выборе подходящего вещества для таких барьеров и определения их толщины для ослабления потока излучения в необходимое число раз. Способность ослабить поток гамма излучения определяется числом взаимодействий N гамма квантов с этим веществом на пути, проходимом квантом в веществе.

$$N = N_A \cdot d \cdot \sigma \cdot t / A$$

где $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ – число Авогадро,

d – плотность вещества барьера,

σ – сечение взаимодействия квантов с веществом барьера,

t – толщина барьера и

A – атомная масса вещества барьера

Сечение взаимодействия определяется в основном тремя процессами: фотопоглощением квантов, комптоновским рассеянием и поглощением, связанном с рождением пар. Фотопоглощение наиболее эффективно при низких энергиях квантов (меньших 100-200кэВ). Комптоновское рассеяние является определяющим в диапазоне энергий от сотен кэВ до единиц МэВ. Рождение пар определяет взаимодействие квантов с веществом при энергиях больших 2-3 МэВ. Полное сечение взаимодействия сложным образом зависит от энергии квантов и от рода вещества.

При энергии гамма-квантов больше 10 МэВ превышает порог фотоядерных реакций и становятся возможны реакции типа $(\gamma, p), (\gamma, n), (\gamma, \alpha)$.

На рисунке 2.2.1 представлены данные по сечениям взаимодействия для алюминия, железа, вольфрама и свинца в широком диапазоне энергий квантов от одного кэВ до 100 МэВ. Из рисунка видно, что наименьшим сечением взаимодействия во всем диапазоне энергий обладает алюминий. В диапазоне энергий более 10 кэВ сечение взаимодействия квантов с железом в несколько раз больше. Сечения взаимодействия квантов с вольфрамом и свинцом близки по величине и в десятки раз больше, чем сечение взаимодействия с алюминием во всем диапазоне энергий.

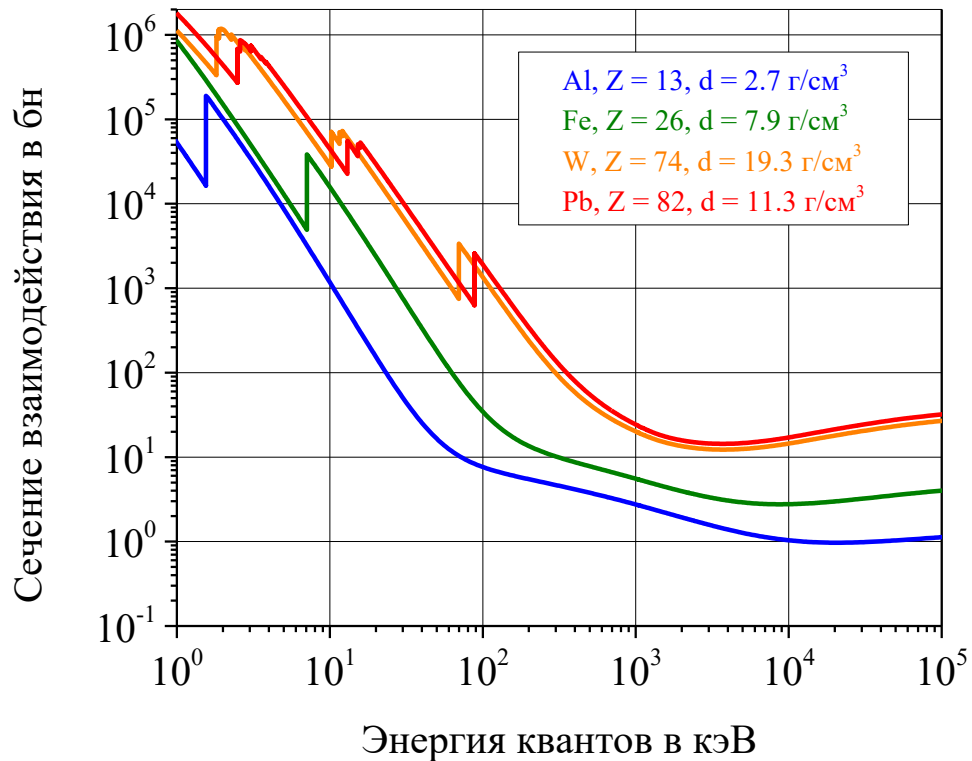


Рис. 2.2.1 Зависимости сечений взаимодействия от энергии квантов

Однако эффективность барьера определяется не только сечением взаимодействия (см. формулу, приведенную выше). Если используются барьеры одинаковой толщины, то относительная эффективность барьера заданной толщины определяется выражением:

$$\varepsilon_T = d \cdot \sigma / A$$

Из формулы для эффективности видно, что она тем больше, чем больше плотность вещества и сечение взаимодействия квантов с веществом барьера. На рисунке 2.2.2 приведены зависимости эффективности барьеров одной и той же толщины для алюминия, железа, вольфрама и свинца. Из рисунка видно, что наименьшей эффективностью во всем диапазоне энергий обладает барьер из алюминия. В диапазоне энергий квантов большей 10 кэВ барьер из железа эффективнее алюминиевого барьера в несколько раз. Барьеры из вольфрама и свинца близки по эффективности в диапазоне энергий менее 100 кэВ. При энергии квантов большей 100 кэВ эффективность вольфрамового барьера несколько выше. При этом оба барьера во всем диапазоне энергий в десятки раз эффективнее, чем алюминиевый барьер.

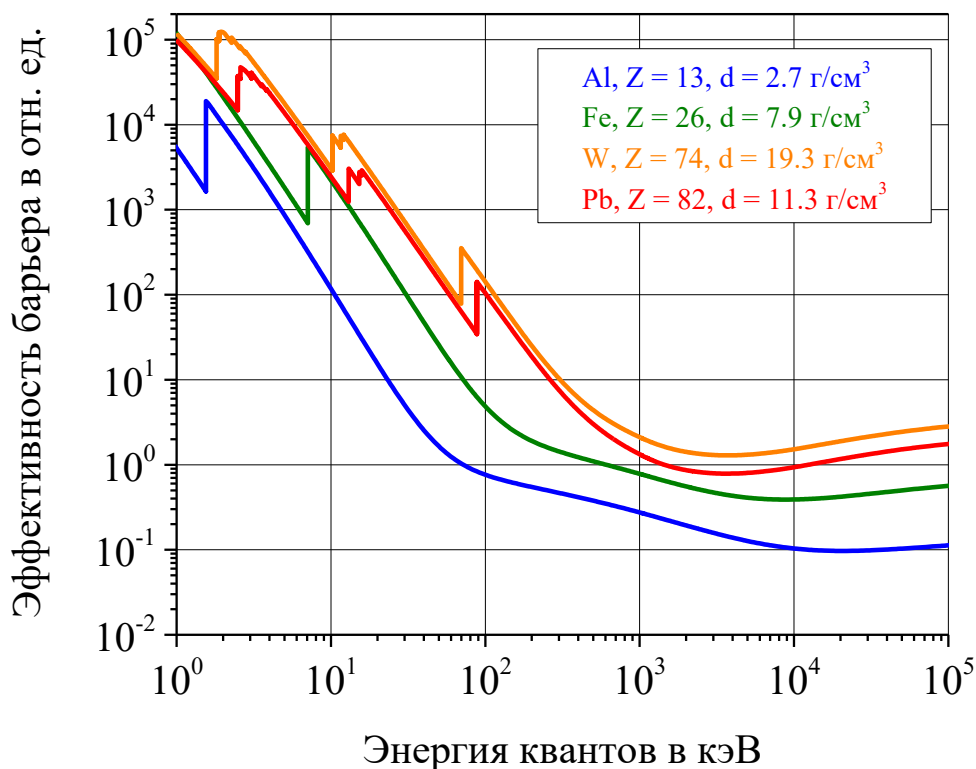


Рис.2.2.2 Зависимости эффективности барьеров одной и той же толщины от энергии квантов

Если используются барьеры одинаковой массы, то относительная эффективность барьера заданной массы определяется выражением:

$$\varepsilon_M = \sigma/A$$

Из формулы для эффективности видно, что она определяется отношением величины сечения к атомной массе вещества барьера. На рисунке 2.2.3 приведены зависимости эффективности барьеров одной и той же массы для алюминия, железа, вольфрама и свинца. Из рисунка видно, что наименьшей эффективностью в диапазоне энергий менее 100 кэВ и более 10 МэВ обладает барьер из алюминия. В этом же диапазоне энергий барьер из железа эффективнее алюминиевого барьера в несколько раз. Барьеры из вольфрама и свинца одной и той же массы практически одинаковы по эффективности в всем диапазоне энергий. Следует отметить, что барьеры одинаковой массы независимо от рода вещества обладают одинаковой эффективностью ослабления потока квантов с энергией от одного до нескольких МэВ.

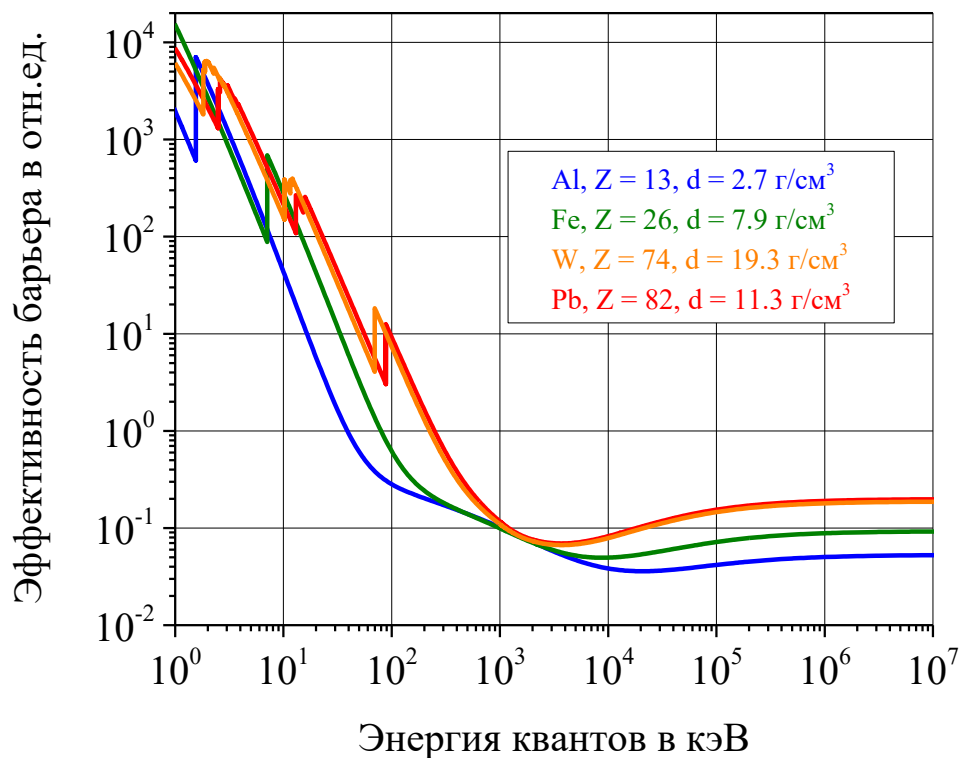


Рис. 2.2.3 Зависимости эффективности барьеров одной и той же массы от энергии квантов

Приведенные выше данные позволяют оптимизировать процесс выбора эффективного барьера для поглощения гамма излучения заданной энергии. Они находятся в хорошем соответствии с литературными данными [6-10] и позволяют сформулировать подход к выбору материалов для защиты от гамма-излучения.

Традиционно организация защиты от гамма-излучения персонала на радиационно-опасных объектах включает следующие мероприятия.

1. Защиту временем, то есть ограничением времени работы.
2. Защиту расстоянием (от объекта до источника излучения).
3. Метод защиты барьером (материалом).

Для эффективной защиты от гамма-излучения используются материалы с большим атомным номером и высокой плотностью. Этим критериям удовлетворяют:

- свинец;
- бетон;
- свинцовое стекло;
- сталь.

Из этих материалов наилучшей интенсивностью поглощения гамма-лучей обладает свинец. Применение свинца в качестве защиты против воздействия гамма-излучения ограничивается его низкой температурой плавления. Поэтому в горячих зонах используют дорогие металлы:

- вольфрам;
- тантал.

Для изготовления защитной одежды сотрудников, работающих в зоне действия источников излучения или радиоактивного загрязнения используются специальные материалы. Его основу составляет резина, пластик или каучук со специальным наполнителем из свинца и его соединений.

На АЭС в качестве материала для биологической защиты обычно используется бетон, металлические конструкции и вода. Рассмотрим некоторые материалы, получившие широкое применение в качестве защиты от гамма-излучения.

Вода используется не только как замедлитель нейтронов, но и как защитный материал от нейтронного излучения вследствие высокой плотности атомов водорода. При поглощении тепловых нейтронов ядрами водорода, возникает захватное гамма-излучение с энергией $E = 2,23$ МэВ. Захватное гамма-излучение можно снизить, если применить борированную воду. Тепловые нейтроны поглощаются бором, а захватное излучение имеет энергию $E = 0,5$ МэВ. Конструктивно водяную защиту выполняют в виде заполненных водой секционных баков из стали или других материалов.

Полиэтилен ($\rho = 0,93$ г/см³, $n_n = 7,92 \cdot 10^{22}$ ядер/см³) - термопластичный полимер (C_nH_{2n}), является лучшим замедлителем, чем вода. Применяют в виде листов, лент, прутков и т.п. на таких участках защиты, где температура полиэтилена меньше температуры его размягчения (368 К). Необходимо учитывать высокий коэффициент его линейного расширения (в 13 раз больше, чем у железа). С повышением температуры полиэтилен размягчается, а затем загорается, образуя двуокись углерода и воду. Защитные свойства от гамма-излучения примерно такие же, как у воды. Для уменьшения захватного гамма-излучения в полиэтилен добавляют борсодержащие вещества.

Из других водородсодержащих веществ используют различные пластмассы (полистирол, полипропилен) и гидриды металлов.

Железо используется в виде изделий из стали и чугуна (прокат, поковка, дробь). Сталь (углеродистая и с легирующими элементами) является конструкционным материалом для изготовления узлов реакторных установок

(корпус реактора, тепловая и радиационная защита, трубопроводы, различные механизмы, арматура для защиты из других материалов и т.п.). В стали сочетаются конструкционные и защитные свойства. Масса защиты из стали от гамма-излучения на 30% больше массы эквивалентной свинцовой защиты, однако повышенный расход материала компенсируется лучшими конструкционными характеристиками стали. Под действием тепловых нейтронов железо, являющееся основной составной частью стали, активируется с образованием радионуклида ^{55}Fe ($T_{1/2} = 45,1$ сут.), излучающего фотоны ($E_{\gamma 1} = 1,1$ МэВ; $E_{\gamma 2} = 1,29$ МэВ). При захвате нейтронов атомами железа возникает захватное гамма-излучение ($E_{\gamma} = 7,7$ МэВ). Следует обращать внимание на содержание в стали марганца, тантала и кобальта, так как наведенная гамма-активность определяется в основном содержанием этих элементов. Сталь, подвергающаяся облучению нейтронами высокой плотности, должна содержать не более 0,2% марганца, а тантал и кобальт могут находиться лишь в виде следов. Захватное гамма-излучение и остаточную активность можно в значительной степени уменьшить, если добавить в сталь борное соединение и получить борную сталь. Бор интенсивно поглощает тепловые нейтроны, при этом образуются легко поглощаемое гамма-излучение ($E = 0,5$ МэВ) и бета-частицы. Борная сталь по механическим свойствам хуже конструкционной стали, очень хрупка и трудно поддается механической обработке.

Свинец используется для защиты в виде отливок (очехлованных стальными листами), листов, дробы. Из имеющихся дешевых материалов свинец обладает наиболее высокими защитными свойствами от гамма-излучения. Его целесообразно использовать при необходимости ограничения размеров и массы защиты. Применение свинца ограничивается низкой температурой плавления (600 К). Защитные материалы: вольфрам, тантал могут использоваться в горячих зонах, в которых применение свинца исключается. Использовать эти металлы для защиты промышленных реакторов нецелесообразно, так как они крайне дороги.

Кадмий хорошо поглощает нейтроны с энергией меньше 0,5 эВ. Листовой кадмий толщиной 0,1 см снижает плотность потока тепловых нейтронов в 10^9 раз. При этом возникает захватное гамма-излучение с энергией до 7,5 МэВ. Кадмий не обладает достаточно хорошими механическими свойствами. Поэтому чаще применяют сплав кадмия со свинцом, который наряду с хорошими защитными свойствами от

нейтронного и гамма-излучений имеет лучшие механические свойства чем чистый кадмий.

Бетон является основным материалом для защиты от излучений, если масса и размер защиты не ограничиваются другими условиями.

Основным показателем защитных свойств материала по отношению к гамма-излучению служит линейный коэффициент ослабления плотности (мощности дозы) гамма-излучения. Как было показано выше, гамма-излучение ослабляется сильнее при увеличении плотности материала.

В этом плане достаточно новым и перспективным материалом защиты является обедненный уран. В процессе изотопного обогащения в ряде стран накоплены тысячи тонн обедненного урана, а девать его практически некуда, поэтому он дешев. В США хранится около 560 000 тонн обедненного гексафторида урана. Нахождение путей использования обедненного урана представляет собой большую проблему для обогащательных предприятий. В мирных целях обедненный уран используется для радиационной защиты и в аэрокосмическом производстве. Как балласт обеднённый уран имеется в космических спускаемых аппаратах и гоночных яхтах, в каждом самолете Боинг-747 его содержится 1500 кг.

Обедненный уран менее радиоактивен, чем собственно урановая руда, и период полураспада изотопа ^{238}U составляет 4,5 млрд лет. Этот материал обладает исключительными физическими свойствами — высокая плотность (19,1 г/см³) и значительная твердость (около 300 по шкале Виккерса). Кроме того, у обедненного урана высокая температура плавления (1132 °С). Весьма существенной оказывается ещё одна его характеристика — большое численное значение сечения захвата нейтронов. Благодаря этому обедненный уран весьма эффективен в качестве защиты от излучений. Кроме того, стоимость обедненного урана в три раза меньше стоимости вольфрама.

Изделия защитной техники из обедненного урана и его сплавов используются в различных отраслях народного хозяйства: в дефектоскопии, в транспортно-погрузочных контейнерах, в научно-исследовательском и медицинском оборудовании, в радиоизотопных термоэлектрогенераторах, в установках контроля и т.д., требующих при эксплуатации надежной биологической защиты персонала и окружающей среды от воздействия высокоактивных источников радиоактивного излучения.

Изделия защитной техники состоят из корпуса (свинец, уран и другие материалы), покрытого герметизирующей оболочкой (нержавеющая сталь, покрытие и т.д.) и крышки. Сочетание физических, механических и

технологических свойств обедненного урана и его сплавов превосходит характеристики других материалов биологической защиты. Применение обедненного урана и его сплавов для целей защиты от воздействия высокоактивных источников радиоактивного излучения позволяет уменьшить массу и габариты приборов и аппаратов по сравнению с другими материалами, повысить эффективность биологической защиты.

Защита на основе урана может быть создана путем его механической обработки [11] без использования дополнительных оболочек или с дополнительными оболочками из стали [12,13], титана [14,15]. Дополнительная оболочка необходима для защиты персонала от альфа-излучения.

Имеется также большое количество патентов (например, [16-22]) в которых в качестве защитных структур предлагаются композитные материалы, состоящие из органического связующего и наполнителя, состоящего из порошков различных металлов. В ряде случаев такие материалы представляют практический интерес из-за удобства их применения. В качестве примера необычной защитной композиции можно привести пастообразный материал для защиты от излучений [22].

Нужно отметить, что защитные свойства композитов всегда уступают защитным характеристикам наполнителя.

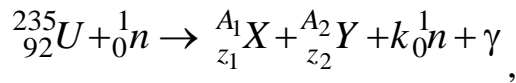
Защитные материалы, используемые в технике, должны обладать оптимальным для конкретного применения набором характеристик, к которым относятся: защитные и механические свойства, массогабаритные параметры, цена. В ряде случаев к таким материалам относится керамика.

Так в авторском свидетельстве [23] предлагается метод изготовления фасонных плиток из керамических материалов для защиты от ионизирующих излучений, позволяющий использовать в качестве поглотителей отходы производства свинца и других производств, содержащие различные элементы и их соединения, обладающие большой поглощающей способностью по отношению к рентгеновскому и гамма-излучению.

2.3. Ядерные энергетические установки

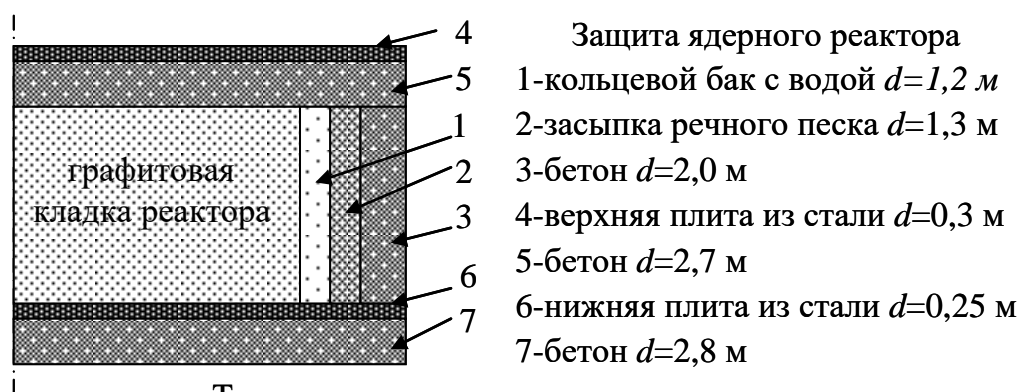
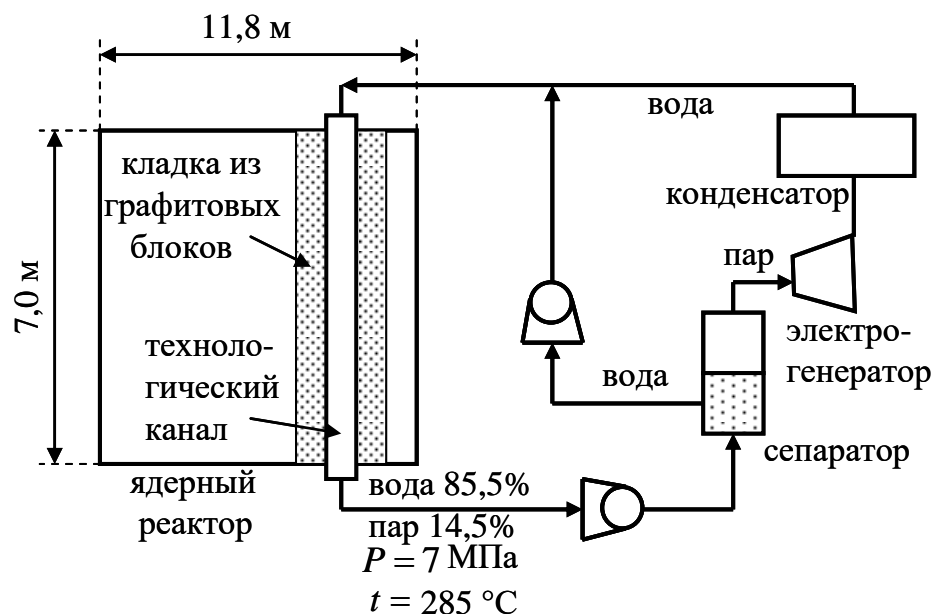
2.3.1 Реакторы на тепловых нейтронах

Реакторы на тепловых нейтронах используют энергию распада ядер урана-235. Деление в реакторе урана при захвате нейтронов описывается схемой:



где $k \approx 2,5$ – коэффициент размножения нейтронов (коэффициент развития цепной реакции).

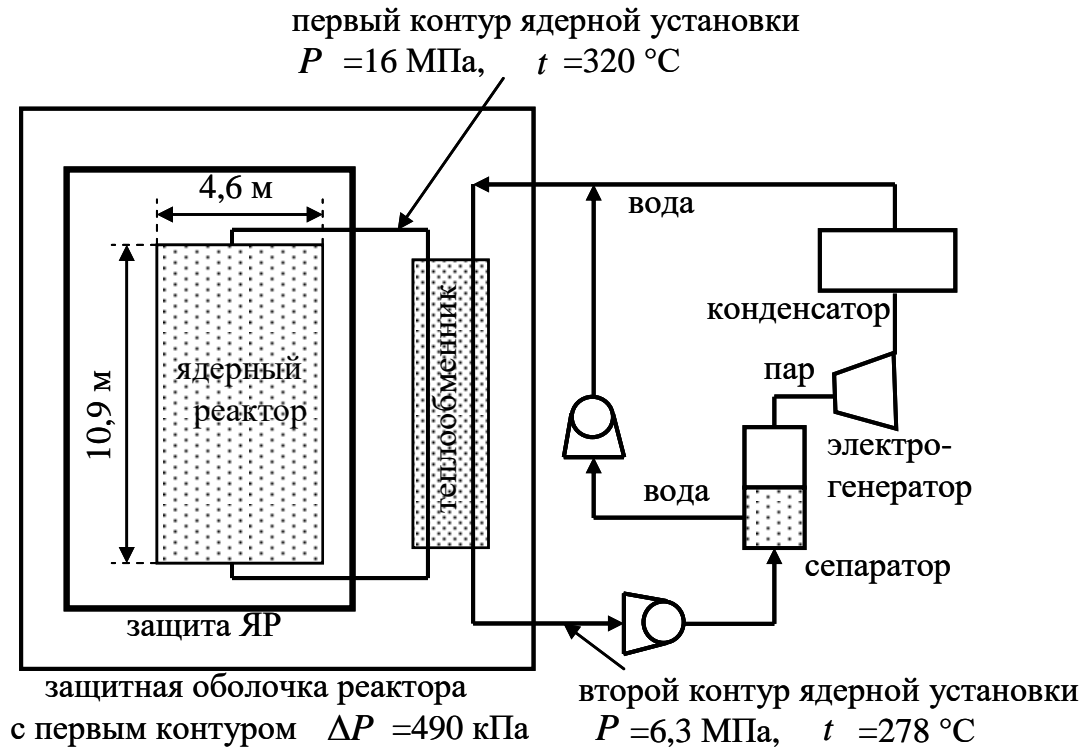
Для эффективного протекания реакции деления этого изотопа необходимо замедлить выделяющиеся в ходе реакции нейтроны. Технологически это замедление осуществляется либо графитом, либо водой. Выделяющееся тепло переносится к паровым турбинам разогретой до



Технические данные реактора

Ядерный реактор размещается в бетонной шахте размером 21,6x21,6 м и высотой 25,5 м. Графитовая кладка – 1700 т графита. В реакторе 60 тыс. ТВЭЛов – 192 т обогащенного урана. Тепловая мощность реактора 3200 МВт.

Рис 1.23. Схема ядерной энергетической установки типа РБМК - 1000



Технические данные реактора

Корпус реактора выполнен из нержавеющей стали толщиной 200 мм. В реакторе находится 151 тепловыделяющая сборка, в каждой 264 твэла, всего 80 т обогащенного урана. Тепловая мощность реактора 3200 МВт.

Рис. 1.24. Схема ядерной энергетической установки типа ВВЭР - 1000

высокой температуры водой (смесь перегретого пара и воды при высоком давлении).

В настоящее время на АЭС находятся в эксплуатации два типа реакторов на тепловых нейтронах: РБМК-1000 – реактор большой мощности канальный (рис. 1.23) и ВВЭР-1000 (440) – водоводяной энергетический реактор (рис. 1.24).

В одноконтурном реакторе электрической мощностью 1000 МВт (РБМК-1000) замедлителем нейтронов является графит, теплоносителем – вода, омывающая тепловыделяющие элементы (твэлы) и частично превращающаяся в пар, идущий на турбины. Реактор располагается в бетонной шахте.

Реакторы типа ВВЭР – двухконтурные, корпусного типа, замедлитель нейтронов и теплоноситель – вода под давлением. Вода первого контура поступает в теплообменник, производящий пар для работы турбин. Реактор размещается в бетонной шахте. С точки зрения обеспечения безопасности

при эксплуатации более совершенными являются двухконтурные реакторы типа ВВЭР.

Основную радиационную опасность при эксплуатации ядерных реакторов представляют осколки деления ядер урана. В ядерном реакторе цепная реакция деления и накопление радиоактивных осколков идет в тепловыделяющих элементах (ТВЭлах). При нормальной работе ядерного реактора температура стенок ТВЭла составляет около 800 °С (внутри ТВЭла – до 2500 °С), вода на выходе из реактора нагревается до 285...320 °С, частично превращаясь в пар давлением 7...16 МПа в зависимости от типа ядерного реактора.

В связи с этим свойства материала оболочек ТВЭлов должны удовлетворять требованиям коррозионной стойкости, прочности и пластичности в условиях нормальной работы реактора и максимального разогрева в аварийных ситуациях. В качестве такого материала используется цирконий, температура плавления которого равна 1800°С.

Раньше было отмечено, что в результате ядерной реакции образуются новые вторичные элементы (осколки деления) в результате чего возникают мощные источники ионизирующего излучения, в состав которого входят альфа-частицы, протоны, бета-частицы, нейтроны и гамма-излучение. Из-за того, что сами осколки деления, протоны, альфа и бета-частицы являются заряженными частицами, эти виды излучения проходят очень короткие расстояния в материалах активной зоны и первого контура, не уходя далеко от места своего рождения, где рассеивается их кинетическая энергия, превращаясь в тепловую. У нейтронов и гамма-квантов — проникающая способность очень велика. Поэтому эти два вида излучения не только оказывают большое воздействие на материалы активной зоны и корпуса реактора, но и могут выходить за пределы биологической защиты реактора. В оболочках ТВЭлов при изготовлении или эксплуатации в тяжелых температурных и радиационных условиях образуются трещины (дефекты), через которые происходит утечка радиоактивных продуктов деления в теплоноситель. При нормальной работе реактора допускается наличие в активной зоне определенного количества ТВЭлов с микродефектами оболочек (происходит утечка газообразных продуктов деления) и макродефектами оболочек (топливо контактирует с теплоносителем). Например, для ВВЭР это 1 % и 0,1 % соответственно. Помимо продуктов деления в теплоносителе имеются радионуклиды, образующиеся при активации воды и продуктов

коррозии поверхности активной зоны нейтронами. Большая часть радионуклидов выводится из теплоносителя системой очистки, незначительная оставшаяся часть – газообразные и аэрозольные отходы (радиоактивные благородные газы, тритий, йод и др.) удаляются в атмосферу через вентиляционную трубу высотой 100...150 м, а жидкие – в гидросферу. Твердые отходы собираются и хранятся на площадке АЭС, а затем направляются на захоронение.

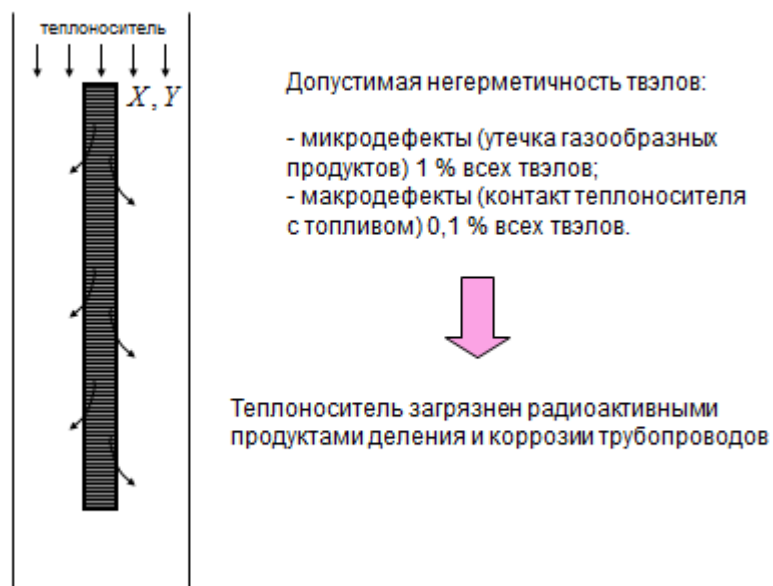


Рис.2.3.3. Допустимая негерметичность твэлов

Значительный выход РВ из твэлов возможен при сильном повреждении их оболочек и расплавлении ядерного топлива. Перегрев топлива происходит лишь в том случае, если интенсивность тепловыделения в твэле превышает скорость отвода тепла.

Уменьшить вероятность радиоактивных выбросов на АЭС позволяют предусмотренные конструкцией барьеры безопасности, к которым относятся:

- оболочки твэлов
- оболочки трубопроводов теплоносителя
- корпус реактора (при корпусной конструкции)
- здание АЭС
- поддон для удержания расплава

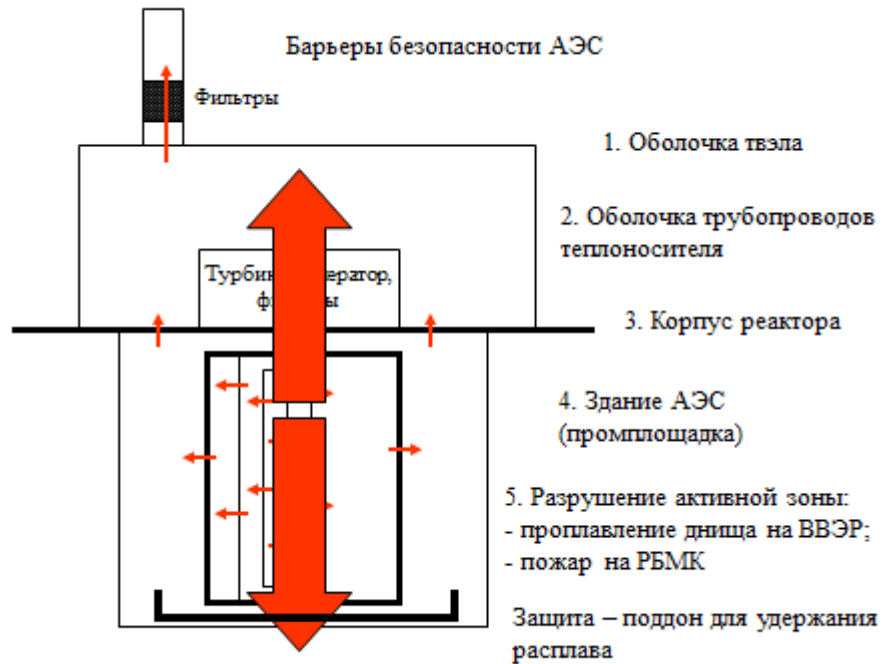


Рис. 2.3.4. Барьеры безопасности АЭС

В реакторах ВВЭР применена композиция активной зоны, которая обеспечивает «самозащищенность» реактора или его «саморегулирование». Если поток нейтронов увеличивается, растет температура в реакторе и повышается паросодержание. Но реакторные установки сконструированы таким образом, что само повышение паросодержания в активной зоне приведет к ускоренному поглощению нейтронов и прекращению цепной реакции. Этот эффект специалисты называют отрицательным «коэффициентом» реактивности, как температурным, так и паровым. Таким образом, сама физика реактора обеспечивает самозащищенность на основе естественных обратных связей («отрицательная реактивность»).

Чтобы быстро и эффективно остановить цепную реакцию, нужно «поглотить» выделяемые нейтроны. Для этого используется поглотитель (как правило, карбид бора). Стержни с поглотителем вводятся в активную зону, нейтронный поток поглощается, реакция замедляется и прекращается. Для того, чтобы стержни попали в активную зону при любых условиях, на российских АЭС их подвешивают над реактором и удерживают электромагнитами. Такая схема гарантирует опускание стержней даже при обесточивании энергоблока: электромагниты отключатся и стержни войдут в активную зону просто под действием силы тяжести (без каких-либо дополнительных команд персонала). В этом отличие отечественных проектов

от американского, использованного в Японии на АЭС «Фукусима-1» (он предполагал введение стержней снизу).

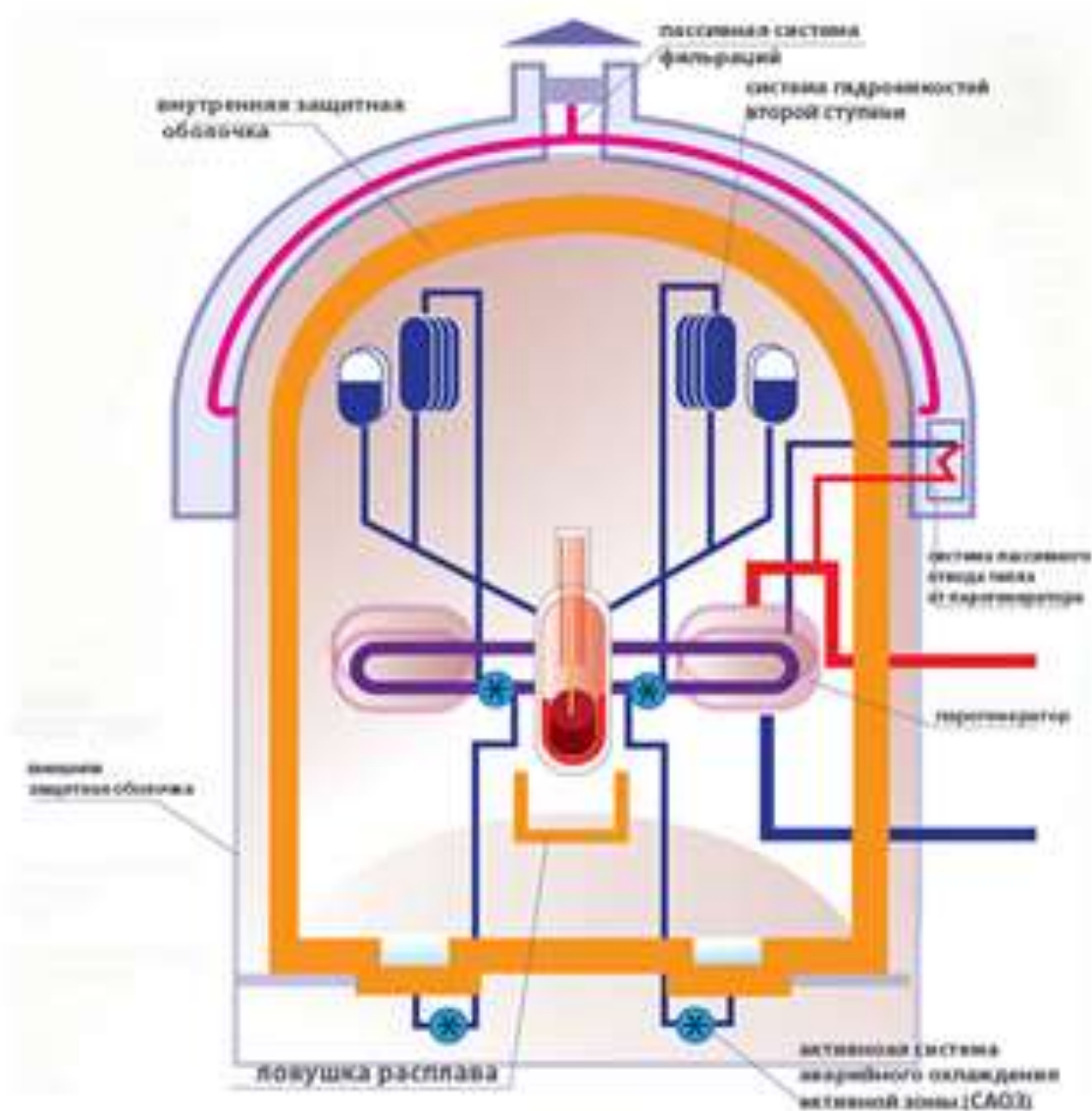


Рис. 2.3.5. Защитные барьеры реактора ВВЭР

На современных российских АЭС в основном применяются двухконтурные схемы, в которых тепло может отводиться прямо в воздух без участия каких-либо внешних источников водоснабжения.

Все российские современные ядерные реакторы типа ВВЭР имеют контайнмент. При этом оболочка рассчитана не только на внешнее воздействие – например, падение самолета, смерч, ураган или взрыв. Контайнмент выдерживает внутреннее давление в 5 кг/см^2 и внешнее воздействие от ударной волны, создающей давление 30 кПа , и падающего

самолета массой 5 тонн. То есть, если предположить, что вся поданная в реактор вода превратится в пар и, как в гигантском чайнике, будет давить изнутри на крышку, то оболочка выдержит и это колоссальное давление. Таким образом, купол энергоблока находится в постоянной готовности принять удар изнутри. Для этого оболочка выполнена из «предварительно напряженного бетона»: металлические тросы, натянутые внутри бетонной оболочки, придают дополнительную монолитность конструкции, повышая ее устойчивость.

Объем контайнмента довольно большой – 75 тыс. куб. метров, риск скопления в нем водорода во взрывоопасной концентрации значительно меньше, чем на АЭС «Фукусима-1». В случае аварии для снижения давления пара внутри защитной оболочки установлена «спринклерная система», которая из-под купола блока разбрызгивает раствор бора и других веществ, препятствующих протеканию реакции. Там же ставятся рекомбинаторы водорода, не позволяющие этому газу скапливаться и исключаящие возможность взрыва.

В частности, одним из элементов «Системы аварийного охлаждения активной зоны» (САОЗ) являются специальные емкости с борной кислотой, находящиеся над реактором. Каждая емкость представляет собой толстостенный (90 миллиметров) сосуд из двухслойной плакированной стали диаметром 3175 мм и объемом 60 кубических метров, работающий под давлением в 60 атмосфер и выше. В случае максимальной проектной аварии – разрыва первого контура охлаждения реактора – содержимое этих емкостей самотеком оказывается внутри активной зоны реактора, и цепная ядерная реакция гасится большим количеством борсодержащего вещества, хорошо поглощающего нейтроны. Такого количества раствора достаточно для охлаждения активной зоны до подключения системы аварийного расхолаживания и охлаждения бассейна выдержки.

Принцип глубокоэшелонированной защиты предполагает также наличие такой концепции безопасности, которая предусматривает не только средства предотвращения аварий, но и средства управления последствиями запроектных аварий, обеспечивающих локализацию радиоактивных веществ в пределах гермооболочки. К ним относятся системы удаления водорода (с пассивными рекомбинаторами); защиты первого контура от превышения давления; отвода тепла через парогенераторы; отвода тепла от защитной оболочки и устройство локализации расплава (УРЛ) – так называемая «ловушка расплава»). Например, система отвода тепла от защитной оболочки

обеспечивает долговременный отвод тепла при любых аварийных ситуациях, в том числе и при полном обесточивании АЭС. Что касается устройства локализации расплава, то оно исключает возможность его выхода за пределы гермооболочки при любых сценариях. Впервые им была оснащена Тяньваньская АЭС в Китае, построенная по российскому проекту. Оно предусмотрено также и в новом проекте «АЭС-2006». Фактически это холодный тигель, расположенный под реактором, в него производится прием и размещение твердых и жидких составляющих кориума. Его функции - защита шахты реактора от термомеханического воздействия кориума, уменьшение выхода водорода и радионуклидов под защитную оболочку, обеспечение теплоотвода из кориума к охлаждающей воде. Наличие УЛР позволяет гарантировать, что расплавленное топливо, «упав» в огнеупорный стакан, останется в стабильном состоянии, то есть будет сохранена подкритичность расплава. Кроме того, в ловушке присутствует так называемый «жертвенный материал» – специальный материал из оксидов железа и борной кислоты, позволяющий мгновенно заглушить реакцию.

Двухконтурная схема принципиально более безопасна, чем использованная в Японии одноконтурная, потому что все радиоактивные среды находятся внутри контайнмента, а в первом контуре нет пара – риск «оголения» топлива и его перегрева принципиально ниже. Кроме того, реакторы ВВЭР комплектуются 4 парогенераторами, системы отвода тепла многопетлевые, то есть в них обеспечиваются значительные резервы воды.

Если все же подача воды через резервные трубы необходима, на АЭС установлены отдельные насосы «аварийного расхолаживания» (по насосу на каждую трубу).

На АЭС с реакторами ВВЭР с учетом принципа единичного отказа и возможного обнаруживаемого отказа предусмотрены 3 независимых канала систем безопасности, каждый из которых может выполнить функции всей системы. Системы безопасности рассчитаны на ликвидацию максимальной проектной аварии с разрывом главного циркуляционного трубопровода первого контура максимального диаметра. Запасы воды также обеспечены многократно: сначала она будет подана из резервных емкостей, установленных в самом энергоблоке, а затем, если этой воды будет все еще недостаточно, вода начнет подаваться из трех дополнительных резервуаров. Питание всех резервных насосов обеспечивается также автономно: каждый будет работать от своего дизель-генератора. Все генераторы располагаются в отдельных строениях, что не допускает их одномоментного выхода из строя.

Любой из этих каналов (в случае отказа остальных) обеспечивает полный отвод тепла.

Необходимо отметить, что при любых авариях в реакторе принципиально невозможен взрыв типа взрыва ядерного боеприпаса, поскольку компактно находится в ТВЭлах в количествах, значительно меньших, чем его критическая масса. Разрушение реактора и выброс радиоактивных продуктов могут произойти только в результате теплового взрыва.

2.3.3 Реакторы на быстрых нейтронах (бридеры)

Быстрые нейтроны поглощаются ядрами U-238 с образованием ядер плутония, потенциально пригодных для выработки энергии. Это и используется в реакторах-размножителях (бридерах). Здесь в качестве расщепляющегося материала применяется плутоний-239, дающий при каждом распаде по 2-3 нейтрона. Один из них расходуется на поддержание цепной реакции, а остальные поглощаются ураном-238 с образованием плутония-239, то есть нового ядерного топлива.

Таким образом, реактор сам «вырабатывает» для себя новое топливо, причем в идеальном случае — даже большее количество, чем расходует. Этот механизм в незначительном масштабе реализуется и в других типах реакторов. U-238 намного более доступен, чем другие изотопы, и если в ближайшие столетия не удастся найти более безопасные энергоресурсы, бридеры, несмотря на большие технические проблемы при их строительстве, вероятно, станут важным элементом мировой энергетики.

С помощью бридерной технологии можно вырабатывать энергию из бесполезного для других реакторов U-238, превращая его в расщепляемый материал, что позволяет использовать природный уран в 60 раз эффективнее, чем в других реакторах. Тепловыделяющие элементы в таких реакторах содержат 20-30% плутония и 70-80% U-238. Вследствие этого в бридеры на быстрых нейтронах загружают в 10 раз больше расщепляющегося материала, чем в ранее описанные типы реакторов, что, конечно, влечет за собой всевозможные трудности, опасности и проблемы.

Аналогичные реакторы уже работают в разных странах, например во Франции. Они обеспечивают оптимальное использование ядерного топлива.

Собственно реактор состоит из тепловыделяющих элементов, которые вырабатывают энергию, и воспроизводящих элементов, в которых формируется новый расщепляемый материал. Из-за повышенного содержания этого материала очень высок и уровень теплоотдачи. Поэтому

реактор охлаждают жидким натрием, имеющим очень высокую теплопроводность, но, в отличие от воды, не выполняющим функцию замедлителя нейтронов. Первичный натриевый контур отводит тепло от реактора и передает его на вторичный натриевый контур, который превращает воду в пар, вращающий турбины для выработки электроэнергии.

Конструкция реакторов на быстрых нейтронах такова, что тепловой взрыв на них невозможен, поэтому они как потенциальные источники радиационной опасности нами не рассматриваются.

2.3.4. Ториевый реактор

Ториевый реактор, уран-ториевый реактор, ядерный реактор, в котором делящимся веществом является уран ($U-233$), образующийся в этом же реакторе из тория ($Th-232$). Природный $Th-232$ сам по себе непригоден для осуществления цепной ядерной реакции деления и поэтому служит в данном реакторе сырьевым материалом. Первоначально в ториевый реактор загружают $U-233$ (который делится при взаимодействии как с быстрыми, так и с медленными нейтронами), полученный в другом реакторе. В результате захвата ядром $Th-232$ нейтрона, образующегося при делении $U-233$, это ядро после двух последовательных бета-распадов превращается в ядро $U-233$, то есть получается вторичное ядерное топливо. В ториевом реакторе можно осуществлять расширенное воспроизводство $U-233$, что дает возможность вовлечения больших природных запасов тория в сферу ядерной энергетики.

В России есть большие запасы тория. В 20 км от Сибирского химического комбината (СХК) в Томске-7 находится гигантское ториевое месторождение. Рядом расположена железная дорога, развита промышленная структура СХК. Российский торий будет предельно дешевым. Гигантские месторождения тория есть и в районе Новокузнецка. Если учесть, что к ним практически никто не прикасался, то сегодня мы имеем очень дешевые месторождения

Лев Максимов в недавнем прошлом – директор Института физико-технических проблем металлургии и машиностроения в Новосибирске. разработал проект модернизации атомной станции с использованием тория вместо урана. Это снимает с повестки дня опасность радиоактивного загрязнения при возможных авариях реакторов и вопрос терроризма. При этом решается глобальная экологическая проблема – утилизация отработанного ядерного топлива с использованием принципиально новой конструкции тепловых элементов (ТВЭЛов). С ними

ториевый ядерный реактор способен работать без перезагрузки от 30 до 50 лет. Загруженное ядерное топливо заканчивается в нем, когда сама станция исчерпывает свои ресурсы. Нынешние же урановые реакторы пополняют землю ядерными отходами каждые полтора-два года. В отличие от урана при использовании тория не образуется плутоний и другие трансурановые элементы.

Очень важно и то, что в ториевой ядерной энергетике есть перспектива использования государственных запасов оружейного урана и плутония в мирных целях. Эти стратегические материалы могут быть применены в качестве так называемого запального элемента в ториевых реакторах.

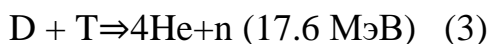
Одна тонна оружейного урана, требуемая для запала материалов в ториевом реакторе конструкции Максимова, дает итоговое энерговыделение, эквивалентное более 100 млн. тоннам нефти.

2.3.5 Термоядерный реактор

Получение управляемого термоядерного синтеза (УТС), способное обеспечить человечество неиссякаемой и экологически чистой энергией, вылилось в сложнейшую научно-техническую проблему, может быть, самую сложную в истории науки и техники. Для создания термоядерного реактора потребовалось одновременное решение большого комплекса сложнейших технических и технологических задач. К концу 80-х годов весь этот комплекс проблем был обозначен, часть проблем уже была близка к завершению, многочисленные эксперименты на установках типа токамак (плазменный тороид в магнитном поле) [24, 25] позволили сделать вывод о физической осуществимости УТС.

ИТЭР – международный проект строительства экспериментального термоядерного реактора. Он призван показать возможности применения такого реактора в промышленных целях. Проект можно назвать практически самой сложной технологической системой в истории человечества. В качестве научно-технической базы для ИТЭР выступили ведущие мировые термоядерные программы, которые были разработаны в последние десятилетия. А используемый термин ITER изначально образовался из аббревиатуры International Thermonuclear Experimental Reactor. Но на данный момент это название считают производным от английского слова «iter», что значит «путь». Это путь человечества к экологически чистой, доступной и безопасной термоядерной энергетике.

ИТЭР будет работать при температуре плазмы более 100 млн градусов Цельсия и производить 500 МВт термоядерной мощности при вложенной мощности 40 МВт. Важнейшие реакции ядерного синтеза, используемые в водородной бомбе для взрыва и в лабораториях для получения управляемого термоядерного синтеза, выглядят так:



В ИТЭРе будет использоваться реакция (3) в дейтерий-тритиевой плазме. Эта реакция осуществляется при наиболее низкой температуре плазмы — около 100 млн. град (10 кэВ). При этом воспроизводство трития, которого нет в природе, будет осуществляться за счет реакции $(n + {}^6\text{Li} \Rightarrow {}^4\text{He} + T)$ и происходить вне плазмы в оболочке (бланкете), содержащем литий. Опыт работ на токамаках и теоретический анализ показывают, что осуществление термоядерной реакции (3) с положительным выходом энергии в ИТЭРе возможно при концентрации плазмы 10^{20} м^{-3} , температуре 10кэВ и времени удержания энергии в плазме 3–5 с. Законы подобия позволяют ожидать, что получение этих параметров в ИТЭРе вполне возможно [26–28].

В результате работы над проектом для первого экспериментального реактора создана достаточная физическая и инженерная база и отработаны основные технологии. ИТЭР — это самый быстрый путь для изучения термоядерного горения плазмы в ближайшем будущем. Для перехода к следующему логическому шагу — проекту ДЕМО (демонстрационному реактору с преобразованием термоядерной энергии в электрическую) требуется активное продолжение физических исследований и разработка новых диагностик и материалов.

2.3.6. Аварии на ядерных энергетических установках

Для обеспечения радиационной безопасности персонала и населения уже на стадии проектирования АЭС рассматривается и рассчитывается набор проектных аварий, включая максимальную проектную аварию (МПА), обусловленных как техническими отказами, так и ошибками персонала. По полученным результатам разрабатываются технические системы обеспечения безопасности, которые выполняют следующие основные функции: остановку

реактора, отвод остаточного тепловыделения, ограничение распространения радиоактивных веществ.

Современные АЭС, согласно рекомендациям Международного Агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), проектируются таким образом, чтобы:

- Оцененное значение вероятности тяжелого повреждения активной зоны при запроектных авариях не превышало 10^{-5} реактора в год. То есть вероятность наступления такого события – 1 в 100.000 лет;

- Оцененное значение вероятности выхода радиоактивности наружу, при котором может потребоваться эвакуация населения, – 10^{-7} реактора в год. То есть **1 в 10.000.000 лет** [29].

В случае маловероятных отказов систем обеспечения безопасности может произойти гипотетическая авария, сопровождающаяся выходом из первого контура в окружающую среду пароводяной смеси с радиоактивными веществами и последующим осушением реактора, разгерметизацией твэлов и оплавлением активной зоны. Ввиду очень малой вероятности гипотетической аварии специальные технические средства для ее подавления не предусматриваются.

Радиоактивное загрязнение атмосферы и местности при гипотетической аварии существенно отличается в случае аварии на одноконтурных (РБМК) и двухконтурных (ВВЭР) ядерных реакторах. Это обусловлено конструктивными особенностями реакторов: ВВЭР по сравнению с РБМК имеет прочный стальной корпус, препятствующий быстрому выходу теплоносителя в окружающую среду.

При гипотетической аварии на одноконтурном ядерном реакторе РБМК-1000 основной выход пароводяной смеси с РВ в атмосферу происходит в течение 20 минут и практически завершается за 1 час. За это время выходят все РВ, которые находятся в зазорах аварийных твэлов. Паровое облако с РВ за счет высокой скорости истечения из вентиляционной трубы поднимается над ней на несколько десятков метров и распространяется по направлению и со скоростью среднего ветра на высоте перемещения облака.

Основное влияние на распространение радиоактивного облака и характер радиоактивного загрязнения атмосферы и местности будут оказывать направление и скорость ветра, а также степень вертикальной устойчивости атмосферы. На поверхности земли формируется относительно

правильная (типа эллипса) зона загрязнения вследствие гравитационного оседания радиоактивных веществ, находящихся на поверхности пылевых частиц.

Гипотетическая авария на двухконтурном ядерном реакторе типа ВВЭР-1000 характеризуется длительным (до 9 суток) выходом пара с радионуклидами в атмосферу через вентиляционную трубу. Прочный корпус ядерного реактора и защитная оболочка реактора с первым контуром удерживают РВ внутри корпуса реактора, их суммарный выход в атмосферу примерно в 10 раз меньше, чем при аварии на РБМК-1000. Сравнительно небольшой выход РВ при гипотетической аварии на ВВЭР-1000 приводит к тому, что независимо от метеоусловий радиоактивное загрязнение местности не выходит за пределы тридцатикилометровой зоны АЭС.

Форма зон радиоактивного загрязнения при аварии на реакторе ВВЭР-1000 может быть не только эллипсообразной, но и кольцевой вокруг АЭС с выступами-эллипсами по тем направлениям изменяющегося с течением времени ветра, когда имел место повышенный выход РВ из реактора.

Авария с разрушением ядерного реактора – это непредвиденная аварийная ситуация. Она может быть следствием событий, связанных с множественными наложениями отказов оборудования, которые сопровождаются неправильными действиями персонала. Такие аварии относятся к запроектным.

Анализ хода реальных аварий на АЭС показал, что главной причиной крупных аварий является перегрев реактора при нарушении систем охлаждения, поскольку при этом интенсивность тепловыделения в твэле превышает скорость отвода тепла.

Значительный выход РВ из твэлов возможен при сильном повреждении их оболочек и расплавлении ядерного топлива. Необходимо отметить, что при любых авариях в реакторе принципиально невозможен взрыв типа взрыва ядерного боеприпаса, поскольку ^{235}U компактно находится в твэлах в количествах, значительно меньших, чем его критическая масса. Разрушение реактора и выброс радиоактивных продуктов могут произойти только в результате теплового взрыва. Взрыв возникает как следствие пароциркониевой реакции, являющейся источником большого количества водорода.

Пароциркониевая реакция — экзотермическая химическая реакция между цирконием и водяным паром, которая идёт при высоких температурах. В частности, реакция может происходить в активной зоне ядерного реактора с водяным теплоносителем и/или замедлителем при её перегреве в условиях контакта циркониевых конструктивных элементов с водой.

Сплавы циркония являются наиболее распространённым конструктивным материалом корпусов ТВЭЛов. В случае тяжёлой аварии с нарушением отвода тепла топливо может разогреться до больших температур за счёт остаточного тепловыделения остановленного реактора. В активной зоне реакторов при этом образуется перегретый пар, который по достижении 900—950 °С вступает в реакцию с цирконием. В результате образуется водород в количестве около 0,491 литра на грамм прореагировавшего циркония и выделяется большое количество тепла — 6530 кДж/кг.

Реакция протекает в соответствии с уравнением:



где Q — выделяющаяся теплота (6530 кДж/кг)

Реакция начинается примерно при 900—950 °С, а при 1200 °С начинает развиваться очень быстро (так как выделяющаяся теплота дополнительно разогревает цирконий) и становится самоподдерживающейся.

Скорость реакции существенно зависит от температуры, количества подводимого к реагирующей поверхности пара и времени реакции. Помимо выделения водорода и тепла, реакция сопровождается охрупчиванием оболочек ТВЭЛови уменьшением их первоначальной толщины за счёт окисления циркония. Примерно за 10—12 минут после начала самоподдерживающейся пароциркониевой реакции оболочка ТВЭЛа окисляется на толщину 0,10—0,15 мм с разогревом до температуры её плавления.

При экспериментах уже на ранней стадии наблюдалась серьёзная деформация ТВЭЛов, при небольшом превышении температуры плавления циркония в каналах теплоносителя образуются пробки (блокады).

Даже при сравнительно небольшой скорости протекания реакции количество выделяющегося тепла сравнимо с остаточным тепловыделением остановленного реактора, таким образом усиление нагрева топлива в результате реакции очень существенно.

В результате вступления в реакцию большей части циркония может образовываться количество водорода, исчисляемое тысячами кубометров. Это чрезвычайно опасно как с точки зрения взрыво- и пожароопасности, так

и с точки зрения образования в контуре реакторной установки газовых пузырей, препятствующих циркуляции теплоносителя, что может усугубить аварию из-за прекращения теплосъёма с топлива.

Возникновение пароциркониевой реакции возможно лишь при перегреве активной зоны реакторов. С целью предотвращения такой тяжёлой аварийной ситуации, существуют системы безопасности.

Основным средством недопущения образования в контуре реакторной установки газовых пузырей являются системы аварийного парогазоудаления. Другой важной системой безопасности, пассивной, является гермооболочка. У водоводяных реакторов она очень большого размера, десятки тысяч кубометров, поэтому достичь взрывоопасной концентрации, при сбросе водорода из реактора и другого оборудования, в ней крайне затруднительно.

Известным нововведением, предназначенным для решения проблемы скопления водорода при тяжёлых авариях, являются каталитические рекомбинаторы водорода (пассивная система безопасности). Рекомбинаторы — небольшие устройства, которые во множестве устанавливаются по всему гермообъёму и обеспечивают снижение концентрации водорода при авариях с его выделением. Рекомбинаторы не требуют источников энергии и команд на включение — при достижении небольшой концентрации водорода (0,5—1,0%) процесс его поглощения рекомбинаторами начинается самопроизвольно.

Радиоактивное загрязнение при авариях на АЭС отличается от заражения при ядерных взрывах, хотя в обоих случаях источник загрязнения один и тот же — продукты деления (или — в ядерных боеприпасах). Отличия обусловлены особенностями радиоизотопного состава продуктов деления в реакторе и характером выхода РВ в атмосферу при аварии.

1. При длительной работе АЭС короткоживущие изотопы распадаются в твэлах и, в целом, радиоактивные продукты реактора обогащены радионуклидами с большими периодами полураспада по сравнению с продуктами ядерного взрыва. Это приводит к тому, что спад уровней радиации на загрязнённой местности происходит значительно медленнее, чем при ЯВ.

2. Радиоактивные продукты, выходящие в атмосферу при аварии на АЭС, обогащены радионуклидами легколетучих элементов — радиоактивные благородные газы, радиоизотопы йода и цезия.

3. Радиоактивные вещества, выходящие в атмосферу при аварии на АЭС, находятся в составе мелкодисперсных аэрозолей, которые чрезвычайно медленно оседают на поверхность земли под действием силы тяжести и разносятся ветром на сотни и даже тысячи километров от места аварии. Образование мелкодисперсных аэрозолей обусловлено тем, что РВ, распределенные при аварии в парогазовой фазе, находятся в молекулярном состоянии (то же самое и при выпаривании их в процессе горения графита) и при остывании в воздухе конденсируются на мелкодисперсной атмосферной пыли.

4. Загрязнение поверхностей мелкодисперсным радиоактивным аэрозолем происходит за счет адсорбции, что обуславливает неравномерность загрязнения – в большей степени заражаются объекты с развитой (пористой) поверхностью – лес, кустарник.

5. При авариях на АЭС радиоактивные продукты переносятся в атмосфере на высотах ниже расположения водонасыщенных облаков и могут вымываться осадками, обуславливая “пятнистость” загрязнения местности – загрязнение носит очаговый характер.

6. Радиоактивное загрязнение объектов при аварии на АЭС носит стойкий характер, т. е. загрязненные поверхности с большим трудом поддаются дезактивации. Это обусловлено большими силами взаимодействия мелкодисперсных частиц с поверхностью (для отрыва частицы размером 0,5 мкм надо приложить силу в 1000 раз большую, чем для отрыва частицы в 20 мкм).

Классификация аварий на АЭС.

Для единообразной оценки опасности аварий на любой АЭС в любой стране экспертами Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1988 году предложена международная шкала событий на АЭС (ИНЕС). Основная цель введения этой шкалы - оперативная выдача информации о радиационно опасных событиях в виде, понятном для населения и общественности всех стран. С 1990 г. эта шкала введена в России.

События на АЭС, классифицируемые по этой шкале, относятся только к радиационной безопасности. Другие события, например, отказы, влияющие на работоспособность генераторов или турбин, должны быть классифицированы вне шкалы. Очень незначительные события, не имеющие

значения для безопасности, классифицируются как события ниже уровня шкалы или нулевого уровня.

Шкала разделена на две большие части, в которых три нижние класса (1-3) относятся к происшествиям (инцидентам), а верхние классы (4-7) – к авариям. Аварии 5, 6 и 7-го класса вызваны, как правило, значительным повреждением или разрушением активной зоны реактора.

События на АЭС рассматриваются по трем критериям.

1. Внешние последствия - отражают выброс радиоактивных продуктов во внешнюю среду. Это наиболее значимый показатель загрязнения. Более высокий класс аварии соответствует более обширным последствиям для населения и окружающей среды.

2. Внутренние последствия события. Этот показатель изменяется для аварий, начиная с третьего класса, когда может происходить значительное загрязнение поверхностей объектов АЭС и облучение персонала, до пятого класса, когда происходит значительное повреждение активной зоны.

3. Ухудшение глубоко эшелонированной защиты рассматривается для аварий с 1-го по 3-й класс, т. е. для происшествий.

Государства-члены, применяющие ИНЕС, должны оперативно представлять информацию о ядерных и радиологических событиях, в противном случае в результате освещения в СМИ или предположений общественности может сформироваться искаженное представление о событии. В ряде ситуаций, когда на раннем этапе информация о всех подробностях события отсутствует, может быть дана его предварительная классификация. Позднее определяется окончательная классификация и даются пояснения относительно возможных расхождений.

В приведённой ниже Таблице 2.3.1 приводятся примеры имевших место в прошлом аварий (данные взяты из свободной энциклопедии – Википедии [30]), классифицированных с использованием шкалы ИНЕС: от уровня 1 (аномалия) – до уровня 7 (крупная авария).

Таблица 2.3.1

Примеры аварий, классифицированных по шкале ИНЕС

Уровень аварии	Наименование	Международная шкала событий на АЭС (для быстрой информации, важной для безопасности)	Реальные события
7	Глобальная авария	Выброс в окружающую среду большого количества радиоактивных продуктов,	Чернобыль, СССР, 1986 г,

		накопленных в активной зоне, в результате которого будут повышены дозовые пределы для запроектных аварий. Возможность острых лучевых поражений. Последующее влияние на здоровья населения, проживающего на большой территории, включающей более чем одну страну. Длительное воздействие на окружающую среду.	Фукусима-дайичи, Япония, 2011 г
6	Тяжелая авария	Выброс в окружающую среду большого количества радиоактивных продуктов, накопленных в активной зоне, в результате которого дозовые пределы для проектных аварий будут превышены, а для запроектных - нет. Для ослабления серьезного влияния на здоровье населения необходимо введение планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварий в радиусе 25 км, включающих эвакуацию населения.	Уиндскейл, Великобритания, 1957 г., Кыштымская авария, СССР, 1957 г.
5	Авария, опасная для окружающей среды	Выброс в окружающую среду такого количества продуктов, которое приводит к незначительному превышению дозовых пределов для проектных аварий. Разрушение большей части активной зоны, вызванное механическим воздействием или плавлением. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения на случай аварий.	Тримайл-Айленд США 1979 г., Авария в Чок-Риверской лаборатории, Канада, 1952 г., Авария в Уиндскейле, Великобритания, 1957 г.
4	Авария в пределах АЭС	Выброс радиоактивных продуктов в окружающую среду в количествах, не превышающие дозовые пределы для населения при проектных авариях. Облучение работающих порядка 1 Зв, вызывающее лучевые эффекты.	Сант-Лоурент, Франция, 1980 г., Авария на ядерном объекте Токаймура, Япония, 1999 г.
3	Серьезное происшествие	Выброс в окружающую среду радиоактивных продуктов в количестве, не превышающем 5-кратный допустимый суточный сброс. Происходит значительное переоблучение работающих (порядка 50 мЗв). За пределами площадки не требуется принятия защитных мер.	Вен-дел-Лос, Испания, 1989 г., Авария на Сибирском химическом комбинате, Россия, 1993 г. Селлафилд, Англия, 2005 г.

2	Происшествие средней тяжести	Отказы оборудования или отклонения от нормальной эксплуатации, которые хотя и не вызывают непосредственного влияния на безопасность станции, но способны привести к значительной переоценке мер по безопасности	
1	Незначительное происшествие	Функциональные отклонения или отключения в управлении, которые не представляют какого-либо риска, но которые указывают на недостатки в обеспечении безопасности (отказ оборудования, ошибки персонала, недостатки руководства).	
0 Ниже уровня шкалы	Не имеет значения для безопасности		

Облучение населения при аварии на АЭС.

Возможные пути воздействия на человека обычных и аварийных выбросов АЭС показаны на рис. 2.3.6.

В выбросе из аварийного реактора содержится много радионуклидов, причем их опасность для облучения человека обусловлена тремя факторами: долей приходящейся на них активности, возможностью поступления в организм человека и фиксацией в различных тканях и органах. Наиболее опасны те, на которые приходится значительная доля общей активности выброса, которые легко могут попасть в организм (с воздухом, водой и пищей) и в течение длительного времени будут удерживаться в нем. Характеристики нескольких наиболее опасных нуклидов приведены в табл. 2.3.2 (данные для выброса Чернобыльской АЭС).

Т а б л и ц а 2.3.2

Характеристики некоторых наиболее опасных нуклидов выброса

Нуклид	Доля общей активности выброса, %	Периоды полураспада и биологического полувыведения		Орган, в котором преимущественно накапливается
		$T_{1/2}$	T_b	

^{131}I	20	8,05 суток	120 суток (из щитов.жел.)	Щитовидная железа
^{134}Cs	10	2 года	70 суток	Все тело, мышечная ткань
^{137}Cs	13	30 лет		
^{89}Sr	4,0	50,5 суток	50 лет	Костная ткань
^{90}Sr	4,0	28 лет		

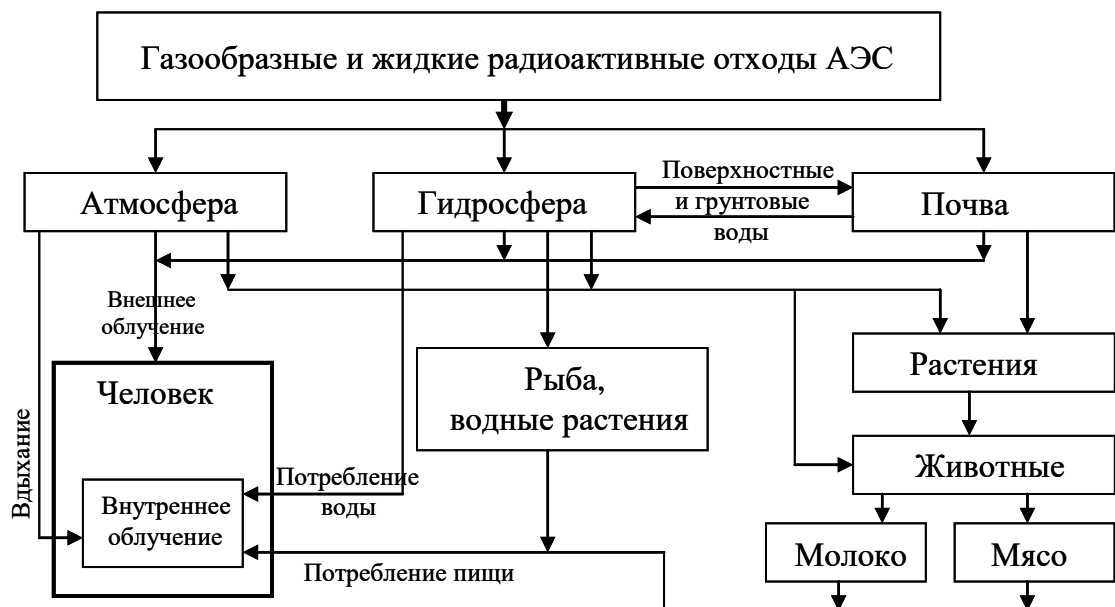


Рис. 2.3.6. Основные пути воздействия на человека радиоактивных выбросов АЭС.

В результате аварийного выброса АЭС возможны следующие виды радиационного воздействия на население (в хронологическом порядке):

- а) внешнее облучение от проходящего радиоактивного облака;
- б) внутреннее облучение при вдыхании радиоактивных аэрозолей;
- в) контактное облучение вследствие радиоактивного загрязнения кожных покровов и одежды;
- г) внешнее облучение от радиоактивного загрязнения поверхности земли, зданий, различных объектов;

д) внутреннее облучение вследствие потребления радиоактивно загрязненных продуктов питания и воды.

Облучение видов а), б) и в) характерно для первого этапа аварии, длящегося до нескольких часов или суток в зависимости от типа аварийного реактора, когда происходит истечение радиоактивных продуктов из реактора в окружающую среду. Наибольшую опасность на этой стадии аварии представляет внутреннее облучение от поступления радиоизотопов йода (в первую очередь) с вдыхаемым воздухом. Доза внешнего облучения при этом может быть значительно меньше дозы внутреннего облучения (отношение до 100 раз).

Виды г) и д) радиационного воздействия выступают на первый план при длительном пребывании населения после аварии на загрязненной территории.

Доза внешнего облучения на загрязненной местности.

Внешнее облучение на сформировавшемся следе радиоактивного загрязнения, как основной вид облучения, характерно для личного состава команд, отрядов, выполняющих задачи на загрязненной местности вахтовым методом, когда в полном объеме используются средства индивидуальной защиты. Население, проживающее на загрязненной местности, большую часть дозы получает вследствие внутреннего облучения.

Основными характеристиками степени опасности радиоактивного загрязнения местности при аварии на АЭС являются мощность дозы и доза гамма-излучения, которые позволяют прогнозировать радиационные потери по внешнему облучению и принимать решение на использование мер защиты.

Радиоактивное загрязнение создают нуклиды с различными периодами полураспада и, как показывают данные экспериментальных наблюдений, после окончания выпадения РВ уровень радиации (мощность дозы на высоте 1 м от поверхности земли) подчиняется эмпирическому закону:

$$P(t)t^n = P_0t_0^n, \quad (2.3.1)$$

где $P(t_0) = P_0$ и $P(t)$ – уровни радиации на моменты времени t_0 и t соответственно после аварии. Время t_0 и t отсчитывается от момента аварии – выброса радиоактивных веществ из реактора.

Формула (2.3.1) описывает изменение уровня радиации как после аварии на АЭС, так и после ядерного взрыва, значение показателя степени

зависит от изотопного состава нуклидов на загрязненной местности и составляет: для ЯВ и для аварии на АЭС.

С учетом этого уровень радиации на местности при аварии на АЭС:

$$P(t) = P_0 \sqrt{\frac{t_0}{t}}. \quad (2,3.2)$$

Зная мощность дозы, можно рассчитать дозу облучения за время пребывания от t_1 до t_2 на загрязненной местности (все значения времени отсчитываются от момента аварии):

$$D = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt = P_0 \sqrt{t_0} \int_{t_1}^{t_2} t^{-0,5} dt = 2P_0 \sqrt{t_0} (\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}) = 2(P_2 t_2 - P_1 t_1), \quad (2.3.3)$$

где $P_1 = P(t_1)$ и $P_2 = P(t_2)$ - уровни радиации на начало и конец пребывания на загрязненной местности.

Защита населения от радиационного воздействия. Радиационная защита при аварии подразделяется на физическую, химическую (медикаментозную) и временную. Возможность реализации этих способов защиты определяется конкретной обстановкой, складывающейся при аварии на АЭС.

Физическая защита направлена на снижение интенсивности ионизирующего излучения, воздействующего на человека. В общем случае это может быть достигнуто использованием экранов (экранная защита) или проведением специальной обработки – дезактивации на загрязненном объекте. Обычно дезактивацию в силу ее специфичности рассматривают как отдельное мероприятие защиты.

Физическая защита может использоваться как в начальный момент аварии – выбросе радиоактивных веществ из реактора, так и на сформировавшемся следе радиоактивного загрязнения.

Экранная защита. На практике экранами являются толща грунта, стены зданий, конструкционные материалы, оборудование, транспортные средства и т.п.

При использовании типовых укрытий можно пользоваться значениями усредненных коэффициентов ослабления.

Дезактивация – это удаление радиоактивных веществ с поверхности тела человека (одежды) или различных объектов. Ее цель – снизить

облучение от загрязненных объектов и предотвратить повторное попадание РВ в организм человека. Она проводится при превышении предельно допустимых значений степени загрязнения местности, воды, различных объектов в случае необходимости (целесообразности) их дальнейшего использования [31].

Временная защита предусматривает выполнение двух мероприятий: переноса начала работ на загрязненной местности на более поздний срок и сокращения времени пребывания на загрязненной местности путем организации посменной работы.

Мощность дозы на загрязненной местности уменьшается с течением времени, поэтому смещение на более поздний срок времени начала работ ведет к уменьшению дозы облучения.

Второе мероприятие временной защиты целесообразно использовать в том случае, если по характеру выполняемого задания расчет должен находиться в условиях облучения длительное время (несколько часов) и есть возможность организовать выполнение задания несколькими (обычно 2 или 3) последовательно работающими сменами. В этом случае доза облучения расчета уменьшается в соответствующее число смен раз.

Средства медикаментозной защиты, используемые при аварии на АЭС, включают препараты йодной профилактики и радиопротекторы.

Йодная профилактика предназначена для насыщения щитовидной железы стабильным (нерадиоактивным) йодом. Как указывалось выше (табл. 1.19), в начальном выбросе РВ из аварийного реактора значительная доля активности приходится на радиоактивный йод-131, содержащийся в газообразных (аэрозольных) продуктах выброса. С вдыхаемым загрязненным воздухом он может попадать внутрь организма и в течение длительного времени, удерживаясь преимущественно в щитовидной железе, облучать ее. При заблаговременном насыщении “вакансий” в щитовидной железе стабильным йодом попавший внутрь организма радиоактивный естественным путем выводится из него примерно через сутки. Наиболее распространенным является препарат – йодистый калий в виде таблеток. Применяется сразу же после аварии на АЭС, когда в воздухе могут находиться газообразные продукты выброса. Норма приема: дети – по 0,125 г и взрослые – по 0,25 г в день в течение 7...10 суток; или йод в виде 5 %-го раствора спиртового: дети – по 1 или 2 капли раствора на 100 мл молока, взрослые – по 3...5 капель на стакан молока или воды три раза в день.

Своевременно проведенная йодная профилактика почти полностью (на 90 % и более) защищает от внутреннего облучения радиоактивным йодом. В то же время прием йодсодержащих препаратов после окончания выпадения РВ никакого защитного эффекта не дает.

Радиопротекторы – это профилактические медикаментозные средства, уменьшающие степень тяжести лучевой болезни за счет снижения смертности облученных. Действие радиопротекторов направлено на нейтрализацию косвенного воздействия ионизирующих излучений: радиопротекторы перехватывают и связывают радикалы, образующиеся при радиоллизе воды, предотвращая образование в клетках перекисных соединений. В настоящее время в качестве радиопротекторов в различных ситуациях используются цистамин, цистеамин, триптамин, серотонин, нафтизин и другие препараты.

Радиопротектор должен приниматься, если ожидаемая доза при относительно длительном (часы) облучении превышает 1Зв – заблаговременно – за 10...40 минут до начала облучения, продолжительность действия 1...6 ч.

Защитное действие радиопротектора характеризуется фактором уменьшения дозы (ФУД): $ФУД = (LD_{50})_{pn} / (LD_{50})_0$, где LD_{50} – среднелетальная доза, приводящая к смерти 50 % облученных в течение 30 суток с радиопротектором (индекс рп) и без него (0). Для используемых в настоящее время радиопротекторов ФУД составляет 1,2...1,5.

Противолучевое действие радиопротекторов по дозе не выходит за пределы нескольких зивертов. Некоторые радиопротекторы имеют побочное негативное действие на отдельные органы. Прием препарата после облучения защитного действия не оказывает.

В индивидуальных аптечках в качестве радиопротектора используется цистамин, для него $ФУД = 1,3...1,5$. Принимают в виде таблеток в количестве 1,2 г (6 таблеток по 0,2 г), запивая водой, за 30...40 мин до начала облучения; защитное действие оказывает в течение 4...6 ч; при угрозе облучения возможен повторный прием в той же дозе. Противопоказания к применению: заболевания желудочно-кишечного тракта, острая недостаточность сердечно-сосудистой системы, нарушения функции печени.

В зависимости от складывающейся обстановки могут быть приняты следующие меры защиты населения от радиационного воздействия:

- а) ограничение пребывания людей на открытой местности – временное укрытие в домах и убежищах;
 - б) герметизация жилых и служебных помещений (окна, двери, вентиляция, дымоходы);
 - в) йодная профилактика;
 - г) защита органов дыхания с помощью подручных средств, противогазов, респираторов;
 - д) эвакуация населения;
 - е) ограничение доступа в район загрязнения;
 - ж) санитарная обработка лиц, подвергшихся загрязнению радиоактивными веществами, дезактивация объектов, оборудования, техники;
- з) исключение или ограничение употребления загрязненных продуктов питания и воды;
- и) дезактивация загрязненной местности;
- к) переселение из загрязненных районов в случае превышения пределов облучения.

Используя мероприятия защиты, добиваются снижения дозы облучения населения ниже допустимой или максимального уменьшения поражающего воздействия ионизирующих излучений.

2.4. Ядерное оружие

2.4.1. Общая характеристика ядерного оружия

Ядерное оружие – оружие, поражающее действие которого основано на энергии, выделяющейся во взрывной реакции деления или синтеза или их комбинации. Атомная бомба является оружием массового поражения за счет того, что в кратчайший промежуток времени происходит выделение огромного количества внутриядерной энергии при цепной ядерной реакции в небольшом пространстве.

Первое испытание атомного оружия было проведено американскими вооруженными силами 16 июля 1945 года в местечке под названием Алмогордо, показавшее всю мощь атомной энергии. После чего атомные бомбы, имеющиеся у сил США, были погружены на военный корабль и отправлены к берегам Японии.

6 августа 1945 года впервые атомное оружие было применено на мирных жителях Хиросимы, в результате чего город практически был стерт с лица земли ударными волнами. Больше половины жителей города погибли

впервые дни атомной атаки, что составило в общем, около двухсот сорока тысяч человек. А спустя всего четыре дня от атомной бомбы в Нагасаки в первые дни погибло 73 тысячи человека и, в дальнейшем, от полученных повреждений и облучения к этим жертвам добавился список в тридцать пять тысяч человек.

Взрыв ядерной бомбы представляет собой цепную реакцию деления атомов радиоактивного вещества, сопровождаемый выбросом огромного количества энергии. Цепная реакция может начаться, только если общий вес радиоактивного вещества превышает критическую массу. Пока вес вещества ниже этого порога, выделяемых нейтронов будет недостаточно для возникновения цепной реакции. Для каждого вещества и изотопа критическая масса – это величина разная и может варьироваться от сотен грамм до десятков килограмм. Для одного из самых известных видов изотопов, используемых в атомных бомбах – уран-235 критическая масса составляет около 1 кг. Необходимость достижения критической массы для начала ядерной реакции используется в устройстве атомной бомбы.



Рис. 2.4.1. Устройство атомной бомбы.

В наиболее простом виде атомная бомба состоит из корпуса, взрывного заряда (например, тротил) и радиоактивного вещества. Причем последнее разделяется на несколько частей, размещенных так, чтобы вес каждой из частей не превышал критическую массу, но в сумме они ее достигали. Заряд окружает внешнюю часть урана и во время взрыва сжимает весь уран вместе. Мощность боеприпаса принято оценивать в тротиловом эквиваленте (q).

Сравнение массо-габаритных характеристик обычного и ядерного боеприпасов с тротиловым эквивалентом 20 кг:

Тротил: плотность 1600 кг/м^3 , объем тротила $2 \cdot 10^7 / 1600 = 1,25 \cdot 10^4 \text{ м}^3$.

Это куб со стороной 23 м.

Уран: энергия, выделяющаяся при взрыве 20 кг тротила:

$$4,52 \text{ МДж/кг} \times 2 \cdot 10^7 \text{ кг} = 9 \cdot 10^7 \text{ МДж} = 9 \cdot 10^{13} \text{ Дж} = (1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}) \\ = 5,6 \cdot 10^{32} \text{ эВ} = 5,6 \cdot 10^{26} \text{ МэВ}$$

Для получения такой энергии должно произойти $5,6 \cdot 10^{26} / 200 = 2,8 \cdot 10^{24}$ делений, т.е. столько ядер урана должно разделиться

Их масса: масса одного ядра $235 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 3,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$;

масса всех ядер $3,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \times 2,8 \cdot 10^{24} = 1,1 \text{ кг}$

Объем этой массы урана (плотность урана $19,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$): $1,1 / 19,8 \cdot 10^3 = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 56 \text{ см}^3$. Это кубик со стороной 3,8 см

Для создания ядерного оружия уран-235 необходимо практически полностью отделять от урана-238, доводя его содержание более чем до 90%. Применить для этого химические способы, естественно, невозможно, так как все изотопы урана имеют одинаковые химические свойства. Существовавшие физические способы для периода гонки вооружений были слишком медленными, дорогими и трудоёмкими.

Поэтой причине ставка была сделана на получение искусственного элемента плутония, а точнее, его делящегося изотопа - плутония-239 (оружейного), который уже можно отделять от других элементов химическими способами. Кроме того, плутоний-239 по целому ряду свойств оказался гораздо более подходящим для создания ядерного оружия, чем уран-235. До атомной эры в природе были только его "следы" - несколько десятков килограммов во всей толще земной коры. Сейчас – сотни тонн, и не во всей земной коре, а в бомбах и на складах, плюс тонны, развеянные по поверхности планеты. Нарбатывается плутоний в реакторах из урана-238.

При захвате нейтронов неделящиеся ядра атомов урана-238 превращаются в ядра делящегося (оружейного) плутония-239. За время выдержки в реакторе (3-6 месяцев) из каждой тонны природного урана в плутоний-239 превращается несколько сотен граммов урана-238.

Всего лишь за один год все реакторы мира производят 10 тысяч тонн ОЯТ, в котором содержится 100 тонн плутония, то есть в каждой тонне ОЯТ содержится ~ 10 кг плутония (для сравнения, в бомбе, сброшенной на Нагасаки, его было лишь 6,2 кг).

Атомная бомба, которую американцы сделали в 1945 году, а СССР – в

1949-м, построена на принципе освобождения колоссальной энергии при разделении ядер урана или искусственного плутония.

Термоядерная бомба построена на другом принципе: энергия выделяется при слиянии легких изотопов: водорода, дейтерия и трития. Материалы на основе легких элементов не имеют критической массы, что было большой конструкционной сложностью в атомной бомбе. Кроме того, при синтезе дейтерия и трития выделяется в 4,2 раза больше энергии, чем при делении ядер такой же массы урана-235. Словом, водородная бомба – гораздо более мощное оружие, чем атомная бомба. Разработки нового оружия начались одновременно в СССР и США, но первая водородная бомба была изготовлена в СССР.

12 августа 1953 года на полигоне в Семипалатинске была испытана первая в мире водородная бомба. Это было четвертое по счету советское испытание ядерного оружия. Мощность бомбы, которая имела секретный код «изделие РДС-б с», достигла 400 килотонн, в 20 раз больше первых атомных бомб в США и СССР. В качестве горючего Виталий Гинзбург предложил дейтерид лития. Это была именно перемещаемая бомба, а не стационарное устройство, как в это же время у американцев. Заряд имел несколько больший вес и те же габариты, что и первая советская атомная бомба, испытанная в 1949г. Испытание решено было провести в стационарных условиях на стальной башне высотой 40м.

Весной 1954 года советские физики пришли к идее взрывного инициатора. Авторство идеи принадлежит Зельдовичу и Сахарову. 22 ноября 1955 года Ту-16 сбросил над Семипалатинским полигоном бомбу проектной мощности 3,6 мегатонны. Во время этих испытаний были погибшие, радиус разрушений достиг 350 км, пострадал Семипалатинск.

Это была первая советская двухступенчатая водородная бомба небольшой мощности, получившая обозначение РДС-37. При ее испытании пришлось заменить часть термоядерного горючего на инертное вещество, чтобы снизить мощность ради безопасности самолёта и жилого городка, находившегося примерно в 70км от места взрыва. Мощность взрыва составила 1,6 Мт.

Дальнейшее развитие этого оружия шло по пути увеличения его мощности. В 1961 г. руководством СССР было принято решение о создании водородной бомбы мощностью 100Мт, чтобы показать империалистам «кузькину мать». Около 50% мощности обеспечивалось термоядерной частью, а 50% - делением корпусов третьей и второй ступеней из урана-238.

Для испытаний было решено ограничить максимальную мощность бомбы до 50 Мт. Для этого урановую оболочку третьей ступени заменили на свинцовую, что снизило вклад урановой части с 51.5 до 1.5 Мт. Для обеспечения безопасного (для экипажа) применения «супербомбы» с самолета-носителя в НИИ парашютно-десантных систем была создана тормозная парашютная система с площадью основного купола 1600 кв.м. Бомба имела длину около 8 м, диаметр около 2 м, массу 27 т. Груз таких габаритов не помещался ни в один из существующих бомбардировщиков и только Ту-95 на пределе грузоподъемности мог поднять его в воздух. Но и всего бомбоотсек бомба не помещалась. На заводе-изготовителе стратегический бомбардировщик Ту-95 подвергли доработке, вырезав часть фюзеляжа, и все-таки в полете бомба больше чем наполовину торчала наружу. Такая подвеска и немалый вес груза привели к тому, что самолет сильно сбавил в дальности и скорости, становясь практически негодным к боевому применению. Весь корпус самолета, даже лопасти его винтов, были покрыты специальной белой краской, защищающей от световой вспышки при взрыве.



Рис. 2.4.2. Водородная бомба.

Утром 30 октября 1961г. Ту-95 поднялся в воздух и взял курс на Новую Землю. Экипажем самолета командовал майор А.Дурновцев (после испытания он получил звание Героя СССР и повышение до подполковника). Бомба отделилась на высоте 10500м и снижалась на замедляющем парашюте до 4000м. За время падения самолет успел удалиться на относительно безопасное расстояние в 40-50км. Взрыв произошел в 11:32 по московскому времени.



Рис. 2.4.3. Советские ученые у супербомбы.

Вспышка оказалась настолько ярка, что ее можно было наблюдать с расстояния до 1000 км, на 300-километровом удалении был слышен мощный рев. Светящийся огненный шар достиг земли и имел размеры около 10 км в диаметре. Гигантский гриб поднялся на высоту в 65 км. После взрыва из-за ионизации атмосферы на 40 мин. было прервано радиосообщение с Новой Землей. Зона полного уничтожения представляла собой круг в 25 км, а в радиусе 40 км были разрушены деревянные и сильно повреждены каменные дома, на расстоянии 60 км можно было получить ожоги третьей степени (с омертвлением верхних слоев кожи), а окна, двери, крыши срывало и на больших расстояниях. При полной мощности в 100 Мт зона полного уничтожения имела бы радиус 35 км зона серьезных повреждений - 50 км, а ожоги третьей степени можно было бы получить на дистанции в 77 км.

Эта термоядерная бомба мощностью 58 мегатонн оказалась самой мощной из когда-либо испытанных человечеством и вошла в историю под названием «Царь-бомба». Во многом именно это заставило мир осознать угрозу дальнейшей эскалации гонки ядерных вооружений: уже 5 августа 1963 г. в Москве был подписан договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой.

Первая водородная бомба послужила причиной бурного развития советской космонавтики. После ядерных испытаний ОКБ Королева получило задание разработать межконтинентальную баллистическую ракету для этого заряда. Эта ракета, названная «семеркой», вывела в космос первый искусственный спутник Земли, на ней стартовал первый космонавт планеты Юрий Гагарин.

Дальнейшее развитие было направлено на уменьшение размеров конструкции водородных бомб, чтобы обеспечить их доставку к цели баллистическими ракетами. Уже в 60-е годы массу устройств удалось уменьшить до нескольких сотен килограммов, а к 70-м годам баллистические ракеты могли нести свыше 10 боеголовок одновременно — это ракеты с разделяющимися головными частями, каждая из частей может поражать свою собственную цель.

Одновременно с СССР термоядерные устройства разрабатывались и в США. Так 1 ноября 1952 года на атолле Элугелуб США испытали термоядерное устройство «Майк» с энерговыделением 10 мегатонн, в 500 раз мощнее бомбы, сброшенной на Хиросиму. Однако «Майк» не был бомбой — гигантская конструкция размером с двухэтажный дом весом свыше 80 тонн. Жидкое термоядерное горючее хранилось в нём с помощью огромной холодильной установки. Мощность взрыва поражала воображение. Поток нейтронов был настолько велик, что удалось открыть два новых элемента — эйнштейний и фермий.

В 1952 году на атолле Эниветок США осуществили взрыв заряда мощностью 10,4 мегатонны (что в 450 раз больше мощности бомбы, сброшенной на Нагасаки).

В 1954 году США испытали устройство на атолле Бикини, а в 1955 году на Семипалатинском полигоне была испытана новая советская термоядерная бомба. В 1957 году испытания водородной бомбы провели в Великобритании.

1 марта 1954г. состоялось испытание «Castle Bravo» в ходе которого было взорвано устройство «Shrimp». Это был двухступенчатый заряд с дейтеридом лития обогащенным изотопом Li6 до 40% (остальное составлял природный Li7). Кратер от взрыва получился 2 км.в диаметре и глубиной 75м.

Масса устройства составляла 10.5т. длина 4,5м. диаметр 1,35м. Успешный результат первого испытания привел к отказу от криогенных проектов.

14 Мая 1954г. состоялось испытание «Castle Nectar» в ходе которого было взорвано изделие «Zombie» представлявшее собой прототип облегченного термоядерного заряда TX-15. По сравнению с весом остальных зарядов, эта бомба выглядит совсем небольшой масса - 2.9т. мощность - 1.7 Мт, длина – 2,8м. диаметр- 0,88 м.

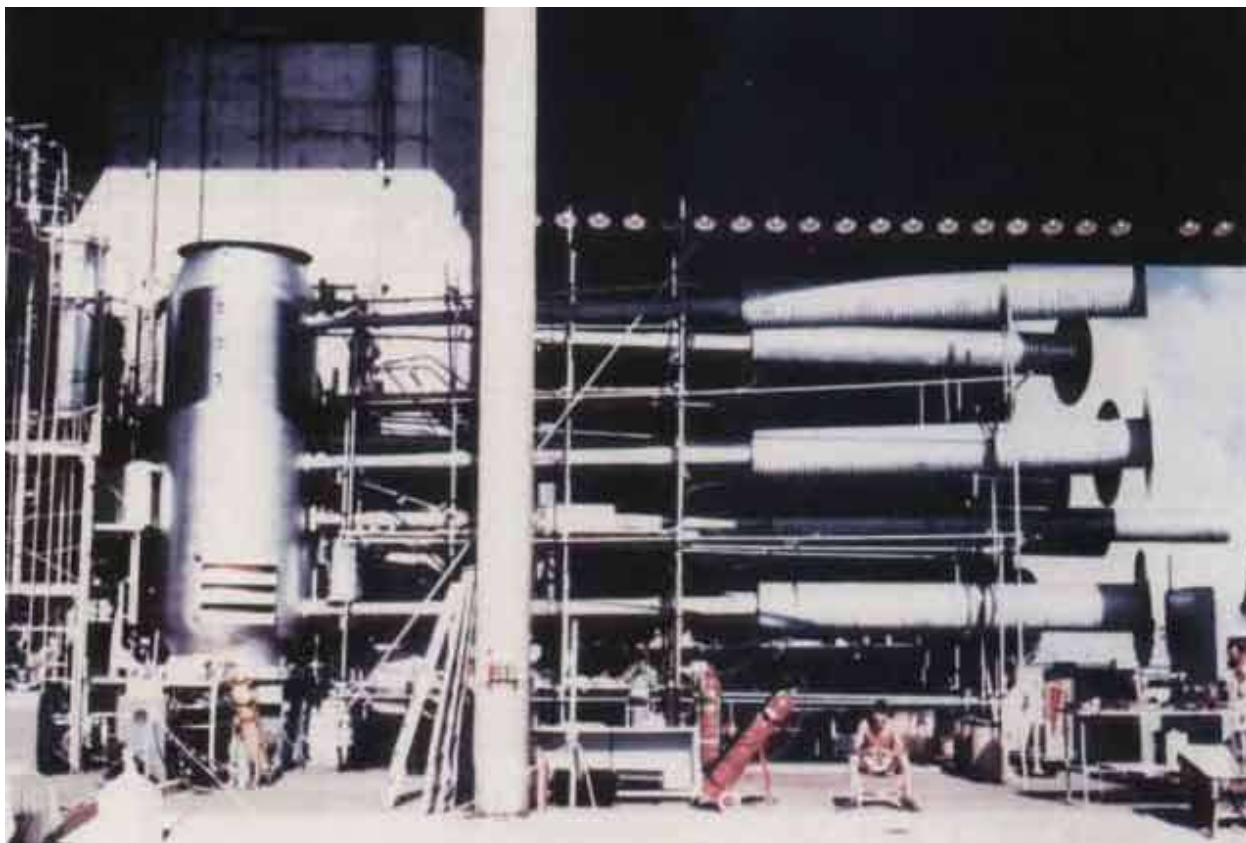


Рис. 2.4.4. Термоядерное устройство «Майк»

Таким образом на вооружение США уже в 1954г поступили в ограниченном количестве первые термоядерные бомбы. Это были огромные и тяжелые мастодонты EC-14 («Alarm Clock») масса 14т. мощность 7 Мт.получивший обозначение Mk.14, EC-17 («Runt I») масса 19 т. мощность 11 Мт. диаметр – 1,6 м. длина – 7,5м получивший обозначение Mk.17.

Самая мощная американская бомба была разработана по программе W-41. Работы начались в 1955г. в Калифорнийском ядерном центре на основе разрабатываемой там экспериментальной трехступенчатой термоядерной системы. В результате была создана самая мощная американская термоядерная бомба Mk.41.Она имела ширину 1,3м. (1,85м. по хвостовому оперению) длину 3,7м. и массу 4,8т.

В 1957г. Великобритания провела серию испытаний на островах Рождества в Тихом океане. Первым подбыло испытано опытное термоядерное устройство мощностью около 300 кт, оказавшееся значительно слабее советских и американских аналогов. В сентябре 1957г. была проведена вторая серия испытаний. Мощность взрыва составила приблизительно 1.8 Мт.

28 апреля 1958г. в ходе испытаний над островом Рождества была сброшена самая мощная британская термоядерная бомба мощностью 3 Мт. 2 сентября 1958 г. был взорван облегченный вариант этого устройства мощностью около 1,2 Мт. 11 сентября 1958 г. в ходе последнего испытания было взорвано устройство мощностью около 800Кт.

В ходе испытаний во Французской Полинезии в августе 1968 г. Франция взорвала термоядерное устройство мощностью около 2,6Мт. Подробности о развитии французской программы малоизвестны.

КНР испытала своё первое термоядерное устройство мощностью 3,31Мт в июне 1967г. Испытание было проведено спустя всего 32 месяца после взрыва первой китайской атомной бомбы, что является примером самого быстрого развития национальной ядерной программы от реакции расщепления к синтезу. Это стало возможным благодаря США откуда в то время были высланы по подозрению в шпионаже работавшие там китайские физики.

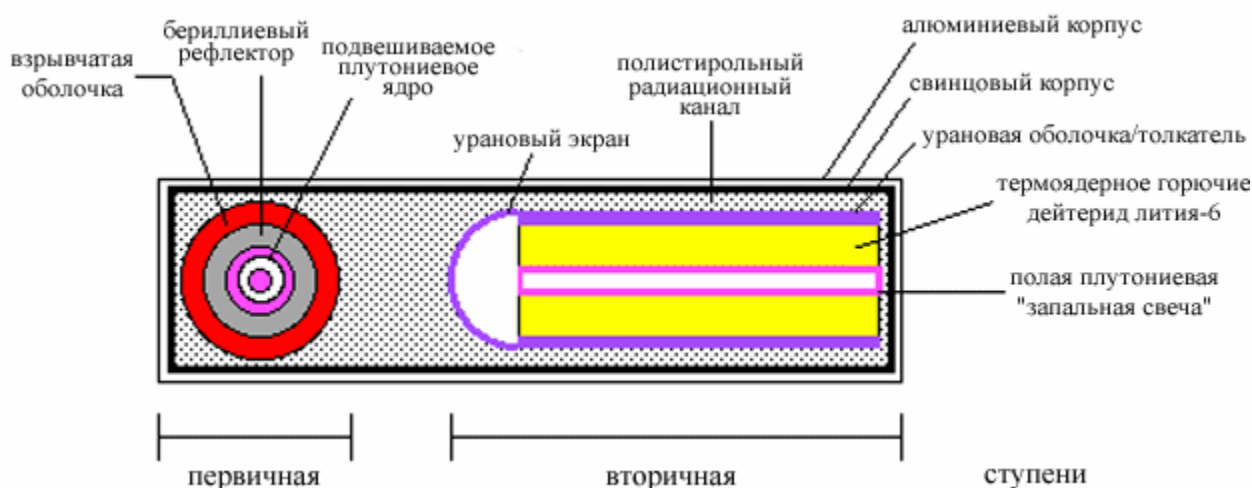
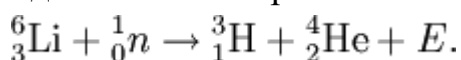


Рис.2.4.5. Вариант конструкции водородной бомбы.

Как было отмечено выше, в качестве эффективного горючего для водородной бомбы академик Гинзбург предложил дейтерид лития. Дейтерид лития-6 — твёрдое вещество, которое позволяет хранить дейтерий (обычное

состояние которого в нормальных условиях — газ) при плюсовых температурах, и, кроме того, второй его компонент — литий-6 — это сырьё для получения самого дефицитного изотопа водорода — трития. Собственно, ${}^6\text{Li}$ — единственный промышленный источник получения трития:

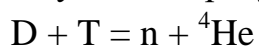


В ранних термоядерных боеприпасах США использовался также и дейтерид природного лития, содержащего в основном изотоп лития с массовым числом 7. Он также служит источником трития, но для этого нейтроны, участвующие в реакции, должны иметь энергию 10 МэВ и выше.

Для того, чтобы создать необходимые для начала термоядерной реакции нейтроны и температуру (порядка 50 млн градусов), в водородной бомбе сначала взрывается небольшая по мощности атомная бомба. Взрыв сопровождается резким ростом температуры, электромагнитным излучением, а также возникновением мощного потока нейтронов. В результате реакции нейтронов с изотопом лития образуется тритий.

Наличие дейтерия и трития при высокой температуре взрыва атомной бомбы инициирует термоядерную реакцию, которая и даёт основное выделение энергии при взрыве водородной (термоядерной) бомбы. Если корпус бомбы изготовлен из природного урана, то быстрые нейтроны (уносящие 70 % энергии, выделяющейся при реакции) вызывают в нем новую цепную неуправляемую реакцию деления. Возникает третья фаза взрыва водородной бомбы. Подобным образом создается термоядерный взрыв практически неограниченной мощности.

Зная выделение энергии в единичной реакции, а для взрыва нужную энергию, время и объём, можно вычислить скорость реакции, концентрации и потребную температуру. Основная реакция



Оболочку контейнера для термоядерного горючего делают из урана-238 и пластика, рядом с контейнером размещают обычный ядерный заряд мощностью несколько килотонн — его называют триггером, или зарядом-инициатором водородной бомбы. Во время взрыва плутониевого заряда-инициатора под действием мощного рентгеновского излучения оболочка контейнера превращается в плазму, сжимаясь в тысячи раз, что создаёт необходимое высокое давление и огромную температуру. Одновременно с этим нейтроны, испускаемые плутонием, взаимодействуют с литием-6, образуя тритий. Ядра дейтерия и трития взаимодействуют под действием

сверхвысоких температуры и давления, что и приводит к термоядерному взрыву.

На практике все происходит следующим образом. Компоненты бомбы помещаются в цилиндрический корпус с триггером на одном конце. Термоядерное топливо в виде цилиндра или эллипсоида помещается в корпус из очень плотного материала – урана, свинца или вольфрама. Внутри цилиндра аксиально помещен стержень из Pu-239 или U-235, 2-3 см. в диаметре. Все оставшееся пространство корпуса заполняется пластмассой. При подрыве триггера испускаемые рентгеновские лучи нагревают урановый корпус бомбы он начинает расширяться и охлаждаться путем уноса массы (абляции).

Все это происходит примерно за несколько сотен наносекунд. Описанная выше последовательность процессов на этом заканчивается, если корпус заряда изготовлен из вольфрама (или свинца). Однако если изготовить его из U-238 то образующиеся при синтезе быстрые нейтроны, вызывают деление ядер U-238.

Деление одной тонны U-238 дает энергию, эквивалентную 18 Мт. При этом образуется много радиоактивных продуктов деления. Все это и составляет радиоактивные осадки, сопровождающие взрыв водородной бомбы. Чисто термоядерные заряды создают значительно меньшее заражение обусловленное только взрывом триггера. Такие бомбы получили название «чистых».

Огромное количество энергии, высвобождающейся при взрыве ядерного боеприпаса, расходуется на образование воздушной ударной волны, светового излучения, проникающей радиации, радиоактивного заражения местности и электромагнитного импульса, являющимися поражающими факторами ядерного взрыва.

В ядерном арсенале США находится свыше 10000 ядерных боеприпасов. Франция имеет свыше 500 ЯБП, Великобритания – 300, Китай – 300, Израиль – около 100, Индия – 60, Пакистан – 7, ЮАР – 6, Корея и Иран имеют плутоний для 3 ЯБП. Кроме этих стран активно реализуют свои ядерные программы Ливия, Аргентина, Бразилия. Новые ядерные стратегии США и НАТО признают возможность использования ядерного оружия не только во всеобщей войне, но и в региональных конфликтах.

США считают возможным применять ядерное оружие первыми, в том числе (в особых случаях) и против неядерных государств. Предусматривается применение ядерного оружия ограниченно, выборочно,

сдержанно, после некоторого времени обычной войны (от 8 до 21 суток). Кроме этого планируется и ведение всеобщей ядерной войны. Считается, что она может начаться в условиях резкого обострения международной обстановки.

Знание современного состояния ядерного оружия позволяет специалисту ГОЧС:

- разрабатывать возможные сценарии радиоактивного заражения;
- вырабатывать план и принимать решения на действия в чрезвычайных ситуациях военного времени;
- организовывать эффективную радиационную защиту.

2.4.2. Нерадиационные поражающие факторы ядерного взрыва

Поражающее действие ядерного взрыва зависит от мощности боеприпаса, вида взрыва, типа ядерного заряда. Мощность ядерного боеприпаса характеризуется тротильным эквивалентом, т. е. массой тринитротолуола (тротила), энергия взрыва которого эквивалентна энергии взрыва данного ядерного боеприпаса, и измеряется в тоннах, тысячах, миллионах тонн. По мощности ядерные боеприпасы подразделяются на сверхмалые (менее 1 тыс. т), малые (1...10 тыс. т), средние (10...100 тыс. т) крупные (100 тыс. т... 1 млн. т) и сверхкрупные (более 1 млн. т).

Ядерные взрывы могут осуществляться на поверхности земли (воды), под землей (водой) или в воздухе на различной высоте. В связи с этим принято различать следующие виды ядерных взрывов: наземный, подземный, подводный, воздушный и высотный. Наиболее характерными видами ядерных взрывов являются наземный и воздушный.

Наземный ядерный взрыв — взрыв, произведенный на поверхности земли или на такой высоте, когда его светящаяся область касается поверхности земли и имеет форму полусферы или усеченной сферы. При наземном взрыве в грунте образуется воронка, диаметр и глубина которой зависят от высоты, мощности взрыва и вида грунта.

Наземные взрывы применяют для разрушения сооружений большой прочности, а также в тех случаях, когда желательно сильное радиоактивное заражение местности.

Воздушным называется ядерный взрыв, при котором светящаяся область не касается поверхности земли и имеет форму сферы. Различают низкий и высокий воздушные взрывы. При низком воздушном взрыве за счет воздействия отраженной от поверхности земли ударной волны светящаяся область может несколько деформироваться снизу.

Воздушные ядерные взрывы применяются для разрушения малопрочных

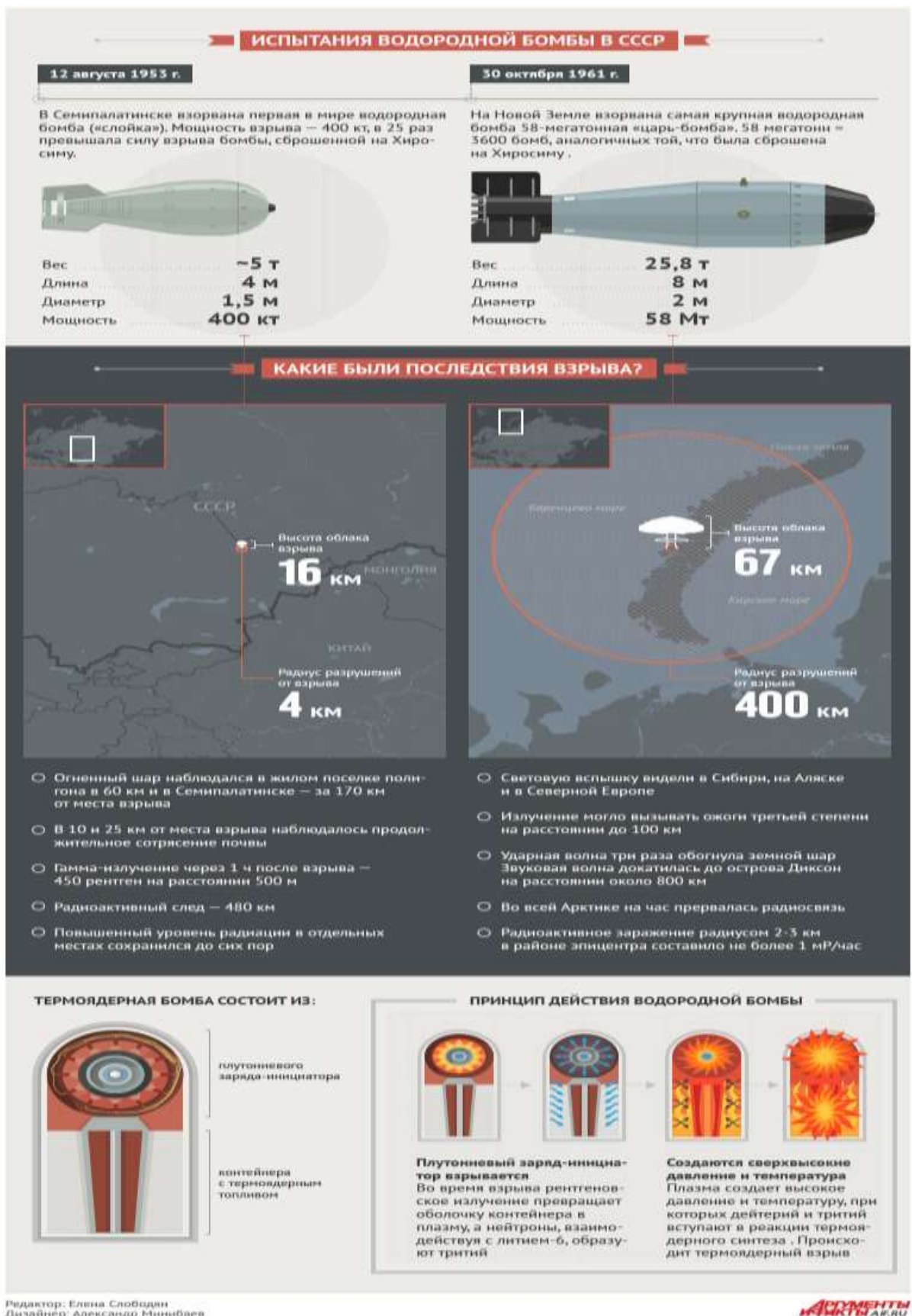


Рис. 2.4.6. Последствия взрывов водородных бомб.

сооружений, поражения людей и техники на больших площадях или когда

сильное радиоактивное заражение местности недопустимо.

УДАРНАЯ ВОЛНА

Ударная волна ядерного взрыва - один из основных поражающих факторов. В зависимости от того, в какой среде возникает и распространяется ударная волна – в воздухе, воде или грунте, ее называют соответственно воздушной ударной волной, ударной волной в воде и сейсмозрывной волной.

Воздушной ударной волной называется область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Переднюю границу волны, характеризующуюся резким скачком давления, называют фронтом ударной волны.

Обладая большим запасом энергии, ударная волна ядерного взрыва способна наносить поражения людям, разрушать различные сооружения, боевую технику и другие объекты на значительных расстояниях от места взрыва. На распространение ударной волны и ее разрушающее и поражающее действие существенное влияние могут оказать рельеф местности и лесные массивы в районе взрыва, а также метеоусловия.

Основными параметрами ударной волны, определяющими ее поражающее действие, являются:

— избыточное давление во фронте волны ΔP_{ϕ} (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением P_0 перед этим фронтом);

— скоростной напор воздуха $\Delta P_{ск}$ (динамическая нагрузка, создаваемая потоком воздуха, движущимся в волне);

— время действия избыточного давления τ_+ .

Единицей избыточного давления и скоростного напора воздуха в системе СИ является паскаль (Па), внесистемная единица — килограмм-сила на квадратный сантиметр ($\text{кгс}/\text{см}^2$). $1 \text{ кгс}/\text{см}^2 \approx 100 \text{ кПа}$.

Надежной защитой от ударной волны являются убежища. При их отсутствии используются ПРУ, подземные выработки, рельеф местности.

СВЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Под световым излучением ядерного взрыва понимается электромагнитное излучение, включающее в себя ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра. Источником светового излучения является светящаяся область взрыва.

Время действия светового излучения и размеры светящейся области зависят от мощности ядерного взрыва. С ее увеличением они возрастают. По длительности свечения можно ориентировочно судить о мощности ядерного

взрыва. Так, из эмпирической формулы $t = \sqrt[3]{q}$, где t – длительность свечения, сек; q – мощность ядерного взрыва, тыс. т, видно, что время действия светового излучения наземных и воздушных взрывов мощностью 1000 т составляет 1 с, 10000 т – 2,2 с, 100000 т – 4,6 с, 1 млн. т – 10 с.

Световое излучение ядерного взрыва поражает людей, воздействует на здания, сооружения, технику и леса, вызывая пожары.

На открытой местности световое излучение обладает большим радиусом действия по сравнению с ударной волной и проникающей радиацией.

Основным параметром, определяющим поражающее действие светового излучения, является световой импульс ($U_{св}$).

Световым импульсом называется количество прямой световой энергии, падающей на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной направлению распространения светового излучения, за все время свечения. Величина светового импульса зависит от вида взрыва и состояния атмосферы и в системе СИ измеряется в джоулях на 1 м^2 ($\text{дж}/\text{м}^2$) внесистемная единица — калория на 1 см^2 ($\text{кал}/\text{см}^2$) $1 \text{ кал}/\text{см}^2 = 4,2 \times 10^4 \text{ дж}/\text{м}^2$

Световое излучение, воздействуя на людей, вызывает ожоги открытых и защищенных одеждой участков тела, глаз и временное ослепление. В зависимости от значения величины светового импульса различают ожоги кожи четырех степеней.

Степень поражающего действия светового излучения резко снижается при условии своевременного оповещения людей, использования ими защитных сооружений, естественных укрытий (особенно лесных массивов и складок рельефа), индивидуальных средств защиты (защитной одежды, очков) и строгого выполнения противопожарных мероприятий.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИМПУЛЬС

При ядерных взрывах в атмосфере возникают мощные электромагнитные поля с длинами волн от 1 до 1000 м и более. В силу кратковременности существования таких полей их принято называть электромагнитным импульсом (ЭМИ).

Поражающее действие ЭМИ обусловлено возникновением электрических напряжений и токов в проводах и кабелях воздушных и подземных линий связи, сигнализации, электропередач, в антеннах радиостанций.

Одновременно с ЭМИ возникают радиоволны, распространяющиеся на большие расстояния от центра взрыва. Они воспринимаются радиоаппаратурой как помехи.

Поражающим фактором ЭМИ является напряженность. Напряженность электрического и магнитного полей зависит от мощности и высоты взрыва,

расстояния от центра взрыва и свойств окружающей среды. Наибольшего значения напряженность электрических и магнитных полей достигает при наземных и низких воздушных ядерных взрывах. При низком воздушном взрыве мощностью 1 млн. т ЭМИ с поражающими величинами напряженности полей распространяется на площади с радиусом до 32 км, 10 млн. т – до 115 км.

Воздействию ЭМИ сильно подвержены линии связи и сигнализации, так как применяемые в них кабели и аппаратура имеют электрическую прочность, не превышающую 2...4 кВ напряжения постоянного тока. Поэтому особую опасность ЭМИ представляет даже для особо прочных сооружений (подземные пункты управления, убежища и т. п.), в которых подводные линии связи могут оказаться поврежденными.

Защита от ЭМИ достигается экранированием линий энергоснабжения и управления, а также аппаратуры. Все наружные линии должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли, с малоинерционными разрядниками и плавкими вставками.

2.4.3. Проникающая радиация

Проникающей радиацией ядерного взрыва называют поток гамма-излучения и нейтронов, испускаемых из зоны и облака ядерного взрыва.

Источниками проникающей радиации являются ядерные реакции, протекающие в боеприпасе в момент взрыва, и радиоактивный распад осколков (продуктов) деления в облаке взрыва.

Время действия проникающей радиации на наземные объекты составляет 15...25 с и определяется временем подъема облака взрыва на такую высоту (2...3 км), при которой гамма и нейтронное излучение, поглощаясь толщей воздуха, практически не достигает поверхности земли.

Основным параметром, характеризующим поражающее действие проникающей радиации, является поглощенная доза излучения (D).

Надежной защитой от проникающей радиации ядерного взрыва являются защитные сооружения ГО. При прохождении через различные материалы поток гамма-квантов и нейтронов ослабляется.

Проходя через материалы, поток гамма-квантов и нейтронов вызывает в них различные изменения. Так, при дозах проникающей радиации в несколько рад засвечиваются фотоматериалы, находящиеся в светонепроницаемых упаковках, а при дозах в сотни рад выходит из строя полупроводниковая радиоэлектронная аппаратура, темнеют стекла оптических приборов.

Одной из особенностей действия мощного потока проникающей радиации нейтронных боеприпасов является то, что прохождение нейтронов

высоких энергий через материалы конструкций техники и сооружений, а также через грунт в районе взрыва вызывает появление в них наведенной радиоактивности. Наведенная радиоактивность в технике в течение многих часов после взрыва (до ее спада) может явиться причиной поражения людей, ее обслуживающих.

Защита от проникающей радиации нейтронного боеприпаса составляет определенные трудности, так как те материалы, которые лучше ослабляют нейтронный поток, хуже защищают от гамма-излучения, и наоборот. Отсюда вывод: для защиты от проникающей радиации нейтронного боеприпаса не обходимо комбинировать водородсодержащие вещества и материалы с повышенной плотностью.

2.4.4. Радиоактивное заражение

Среди поражающих факторов ядерного взрыва радиоактивное заражение занимает особое место, так как его воздействию может подвергаться не только район, прилегающий к месту взрыва, но и местность, удаленная на десятки и даже сотни километров.

На радиоактивно зараженной местности источниками радиоактивного излучения являются: осколки (продукты) деления ядерного взрывчатого вещества; наведенная активность в грунте и других материалах; неразделившаяся часть ядерного заряда.

Осколки деления, выпадающие из облака взрыва, представляют собой первоначальную смесь около 80 изотопов 35 химических элементов средней части периодической системы Менделеева. Эти изотопы нестабильны и претерпевают бета-распады с испусканием гамма-квантов. С течением времени величина активности осколков деления падает.

Наведенная активность в грунте обусловлена образованием под действием нейтронов ряда радиоактивных изотопов, таких, как алюминий-28 ($^{28}_{13}Al$), натрий-24 ($^{24}_{11}Na$), марганец-56 ($^{56}_{25}Mn$). Максимальная наведенная активность образуется при взрыве нейтронного боеприпаса.

Неразделившаяся часть ядерного заряда представляет собой альфа-активные изотопы плутония-239 ($^{239}_{94}Pu$), урана-235 ($^{235}_{92}U$), урана-238 ($^{238}_{92}U$).

При взрыве ядерного боеприпаса радиоактивные продукты поднимаются вместе с облаком взрыва, перемешиваются с частицами грунта и под действием высотных ветров перемещаются на большие расстояния. По мере перемещения облака они выпадают, заражая местность (как в районе взрыва, так и по пути движения облака) и образуя так называемый след радиоактивного облака.

След радиоактивного облака на равнинной местности при меняющихся направлении и скорости ветра имеет форму вытянутого

эллипса и условно делится на четыре зоны: умеренного (А), сильного (Б), опасного (В) и чрезвычайно опасного (Г) заражения.

Границы зон радиоактивного заражения с разной степенью опасности для людей принято характеризовать дозой гамма-излучения, получаемой за время от момента образования следа до полного распада радиоактивных веществ (D_{∞}) или мощностью дозы излучения (уровнем радиации) через 1ч после взрыва (P_1).

Связь между дозой излучения за время полного распада D_{∞} и уровнем радиации $P_{t_{зар}}$ на время заражения выражается соотношением

$$D_{\infty} = 5 \cdot P_{t_{зар}} \cdot t_{зар} \quad (2.4.1)$$

Внешняя граница зоны А характеризуется $D_{\infty} = 40$ рад и $P_1 = 8$ рад/ч. Доля зоны от площади всего радиоактивного следа составляет 60%. Как правило, работы внутри объектов расположенных в зоне А не прекращаются. У внутренней границы или в середине зоны работы на открытой местности на несколько часов должны прекращаться.

На внешней границе зоны Б $D_{\infty} = 400$ рад и $P_1 = 80$ рад/ч. Доля зоны от площади следа составляет 20%. В этой зоне все работы на объектах прекращаются на срок до суток, а люди укрываются в защитных сооружениях, подвалах и других укрытиях.

На внешней границе зоны В $D_{\infty} = 1200$ рад и $P_1 = 240$ рад/ч. Доля зоны от площади следа составляет 13%. Все работы в этой зоне на объектах прекращаются на срок от одних до трех-четырех суток, а люди укрываются в защитных сооружениях.

На внешней границе зоны Г $D_{\infty} = 4000$ рад и $P_1 = 800$ рад/ч, внутри зоны – до 10000 рад. Доля зоны от площади следа составляет 7%. Работы на объектах внутри зоны прекращаются на четверо и более суток, люди укрываются в убежищах.

На схемах и на картах внешние границы зон радиоактивного заражения наносятся разными цветами: зона А - синим, Б - зеленым, В - коричневым, Г - черным.

С течением времени, вследствие естественного распада радиоактивных веществ, уровни радиации на следе радиоактивно го заражения уменьшаются. Спад уровня радиации подчиняется зависимости

$$P_t = P_1 \times t^{-1,2} \quad (2.4.2)$$

где P_t –уровень радиации на любое заданное время t после взрыва, рад/ч;

P_1 – уровень радиации на 1 ч после взрыва, рад/ч;

t –время, прошедшее после ядерного взрыва, ч.

Из формулы (2.4.2) следует, что в результате распада радиоактивных веществ уровни радиации уменьшаются по принципу «7–10». Иначе говоря, с

увеличением времени в 7 раз они уменьшаются в 10 раз, и наиболее интенсивный спад уровней наблюдается в первые двое суток.

Уровни радиации на местности зависят также от вида и мощности взрыва, характера рельефа, наличия лесных массивов, метеоусловий.

Местность считается зараженной и требуется применять средства защиты, если уровень радиации, измеренный на высоте 0,7...1 м от поверхности земли, составляет 0,5 рад/ч и более.

При ядерном взрыве радиоактивными веществами заражается не только местность, но и находящиеся на ней предметы, техника, имущество и одежда людей, а также приземный слой воздуха, вода и продукты питания.

Степень заражения местности и различных объектов характеризуется количеством РВ, приходящихся на единицу поверхности, т. е. плотностью заражения, измеряемой в кюри/см² (Ки/см²) кюри/км² (Ки/км²) в распадах/см² или по мощности экспозиционной дозы сопровождающего гамма-излучения в миллирентгенах/час (мР/ч), а воздуха, воды и продуктов питания – содержанием (концентрацией) РВ в единице объема или веса, измеряемой в Ки/л, Ки/кг.

Заражение может быть первичным (во время выпадения радиоактивных веществ из облака взрыва) и вторичным (при движении техники по зараженной местности в результате пылеобразования). При движении техники по грунтовым дорогам в сухую погоду средняя зараженность машин и одежды личного состава, находящегося на открытых машинах, через 30...40 км марша будет составлять около 0,05% средней зараженности дорог; при движении по влажному грунту степень зараженности техники значительно повышается.

Уровни радиации на местности, степень зараженности поверхности различных объектов РВ определяются по показаниям дозиметрических приборов.

Степень радиоактивного загрязнения различных поверхностей характеризуется плотностью радиоактивного загрязнения (поверхностной активностью):

$$Q = A/S ,$$

где:

A - активность загрязнителя [мкКи, млн.расп/мин, Бк];

S - площадь загрязнения [см², м², км²].

Плотность заражения Q, можно выразить через мощность экспозиционной дозы Р.

Для наземного взрыва при измерении мощности дозы гамма излучения на расстоянии 1,5...2см от поверхности объекта справедлива формула:

$$Q_{\Pi} = K_{\Pi} \times P_{\Pi} = P_{\Pi} / 30 \text{ [мкКи/см}^2\text{]}, \text{ при } P_{\Pi} \text{ в [мР/ч].}$$

$$Q_{\text{п}} = K_0 \times Q_{\text{м}},$$

где $Q_{\text{м}}$ - плотность загрязнения местности, а K_0 - доля радиоактивного загрязнения, остающаяся на поверхности.

$K_{\text{пм}}$ – коэффициент перевода МЭД в плотность загрязнения

Для техники $K_0 = 0,1$; для одежды $K_0 = 0,2$.

$$Q_{\text{м}} = K_{\text{пм}} \times P_{\text{м}} [\text{мкКи}/\text{см}^2];$$

$P_{\text{м}}$ - суммарный уровень радиации, измеряется на высоте 1м в [Р/ч].

$K_{\text{пм}}$ - коэффициент перехода от уровня радиации к плотности заражения, зависящей от изотопного состава радиоактивных выпадений и времени, прошедшего после взрыва, $\text{мкКи} \cdot \text{час}/\text{см}^2 \cdot \text{Р}$.

Для радиоактивных продуктов наземного взрыва возрастом до 1 месяца

$$K_{\text{уп}} = 10 \text{ мкКи} \cdot \text{час}/\text{см}^2 \cdot \text{Р} (Q_{\text{м}} = 10 \times P_{\text{м}}).$$

Радиоактивно зараженная местность может вызвать поражение находящихся на ней людей как за счет внешнего гамма излучения от осколков деления, так и от попадания радиоактивных продуктов на кожные покровы и внутрь организма человека.

В результате внешнего гамма-излучения развивается лучевая болезнь. Попадание РВ внутрь организма может происходить как ингаляционным путем при нахождении на местности в период формирования следа или после его образования, так и при употреблении радиоактивно зараженных пищевых продуктов.

В зависимости от количества радиоактивных продуктов взрыва, поступивших внутрь организма, и его индивидуальных особенностей могут развиваться поражения различной степени: тяжелые, средней тяжести и легкие.

Поражение кожи альфа- и бета-излучением РВ развивается вследствие контактного действия излучения при попадании продуктов ядерного взрыва непосредственно на кожу и слизистые оболочки человека.

Наиболее вероятно заражение незащищенных частей тела. Одежда полностью защищает от альфа-излучения и на 25...60% снижает дозу бета-излучения.

Санитарная обработка кожи, проведенная через 1 ч после заражения, предотвращает поражение от контактного облучения продуктами взрыва. Для уменьшения степени заражения техники и других объектов до безопасных величин осуществляется их специальная обработка.

2.4.5. Радиационный терроризм

Радиационный терроризм это преднамеренное, умышленное воздействие на здоровье или жизнь человека ионизирующим излучением. В зависимости количества людей, ставших объектом радиационного террора, его можно

разделить на индивидуальный и массовый.

Причинами радиационного терроризма могут быть военные конфликты, конкурентная политическая, коммерческо-финансовая борьба, местные конфликты, клановые, родственные и семейные раздоры и личные ссоры и разборки. Объектами, на которые могут воздействовать террористы, могут быть не только радиационно-опасные предприятия. Местом проведения терактов могут стать территории и объекты местопребывания людей: населенные пункты или их часть, аэровокзалы, речные порты, железнодорожные и автовокзалы, таможенные пропускные пункты, метро, стадионы, крупные концертные залы, универмаги, магазины, административные и жилые здания, научные, промышленные, сельскохозяйственные и медицинские учреждения, а также водозаборники и воздухозаборники.

С точки зрения защиты от террористов, все действующие АЭС надежно охраняются Внутренними войсками МВД России, которые имеют необходимое вооружение, технику и оснащение. Система охраны построена

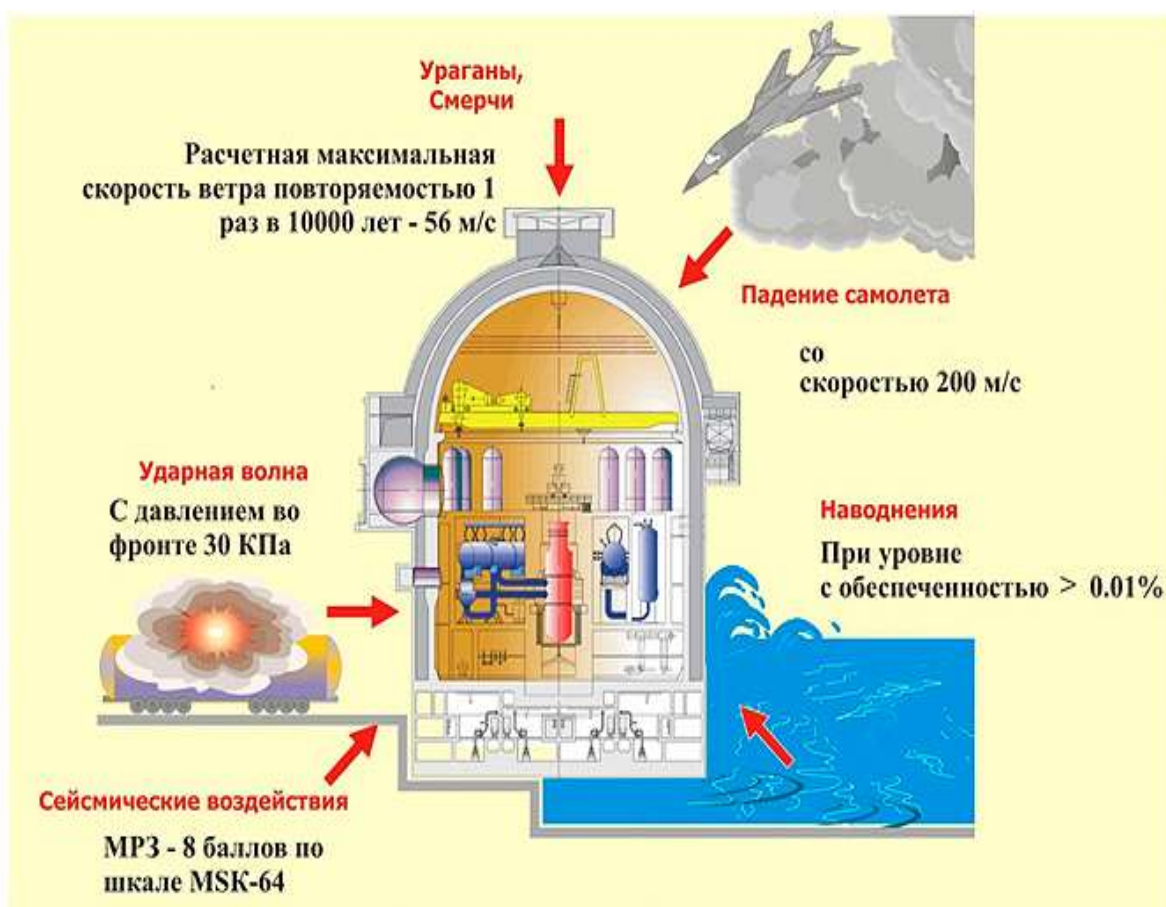


Рис.2.4.7. Системы безопасности современных АЭС.

таким образом, что любой террорист (нарушитель) будет задержан на линии

охраны. Пронос (провоз) на территорию АЭС запрещенных предметов (оружие, боеприпасы и пр.) невозможен, на всех КПП установлены приборы обнаружения и видеонаблюдения, поэтому совершение противоправных действий, которые повлекут тяжкие последствия для жизни и здоровья граждан, маловероятно.

В отличие от аварийной ситуации, когда производственный персонал и население могут быть предупреждены о радиационном воздействии и имеется возможность проведения защитных мероприятий, террористический акт с радиационным воздействием может быть совершен внезапно, быстро, скрытно и в непредсказуемом, неожиданном месте.

Радиоактивному загрязнению могут быть подвергнуты среда обитания, различные предметы, материалы, сырье, воздух, вода и пищевые продукты, напитки, одежда, денежные билеты, ценные бумаги, подарки, рекламные изделия и т.д. В преступных целях террористами могут быть использованы потерянные, похищенные и полученные контрабандным путем различные радиоактивные источники и материалы. Они могут находиться в твердом, порошкообразном, жидком и газообразном состоянии. Несмотря на относительную редкость таких случаев, они все же имеют место.

Например, в Москве директор коммерческой фирмы, умер из-за того, что в его кресло установили источник ионизирующего излучения большой активности. В России имели место и другие случаи радиационного терроризма.

На Западе отмечен случай, когда были подарены наручные часы с установленным внутри источником ионизирующего излучения большой активности. Полиции удалось определить виновника трагедии, и он понес наказание.

Опасность неконтролируемых источников зависит от типа радионуклида, его активности, и в каком состоянии он находится в контейнере или без контейнера, от качества защиты контейнера, а также степени экранирования человека [32].

3. Химическая безопасность

3.1. Химически опасные объекты

Общие сведения о химически опасных объектах и аварийно химически опасных веществах.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных

животных и растений, а также заражение окружающей природной среды.

Потенциально возможными источниками химического заражения являются:

- предприятия по производству минеральных удобрений и серной кислоты, резинотехнических изделий и полимеров, лаков, красок и растворителей;
- станции водоподготовки, холодильники предприятий пищевой промышленности, овощные базы;
- предприятия по производству пестицидов, гербицидов, ядохимикатов;
- химико-фармацевтические предприятия;
- хранилища (резервуары) и транспортные средства по перевозке опасных химических веществ.

Химически опасные объекты классифицируются по степени химической опасности в зависимости от количества человек, которые могут оказаться по данным прогноза в зоне химического заражения при производственной аварии на объекте (табл. 3.1).

Т а б л и ц а 3.1

Классификация объектов по химической опасности

Степень химической опасности объекта	Количество человек, попадающих в зону химического заражения при аварии, тыс. чел.
I	более 75
II	от 40 до 75
III	менее 40
IV	Зона химического заражения не выходит за пределы территории объекта или его санитарной защитной зоны

Определение химически опасного объекта связано с понятием аварийно химически опасного вещества.

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

В настоящее время в промышленности используется более 600 тысяч

опасных химических веществ – веществ, прямое или опосредованное действие которых на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель. Однако только некоторые из них отнесены к АХОВ, так как подавляющее количество токсических веществ используются в небольших количествах, не представляющих опасности возникновения очага массового поражения для населения в аварийных ситуациях. Защита от них относится к сфере техники безопасности. Такой подход позволил в целях более качественного решения практических задач защиты населения в ЧС выделить из большого перечня токсических веществ ограниченное их число (табл. 3.2).

Т а б л и ц а 3.2

Физические и токсические характеристики АХОВ

№ п/п	Наименование АХОВ	ρ , 10^3 кг/м ³	t_k , °С	ПДК в воздухе, мг/м ³		Токсодоза, мг·мин/л	
				рабочей зоны	насел.пун ктов	пороговая	смертель ная
1	Азотная кислота	1,5	83,4	5,0	0,15	3,0	-
2	Аммиак	0,68	-33,4	20	0,04	15	100
3	Ацетонитрил	0,79	81,6	10	0,002	21,6	-
4	Ацетонциангидрин	0,93	120	0,9	0,001	1,9	-
5	Водород хлористый	1,19	-85	0,05	0,010	2,0	20
6	Водород фтористый	0,99	19,5	0,05	0,005	4,0	-
7	Синильная кислота	0,69	25,7	0,3	0,01	0,2	2,0
8	Диметиламин	0,68	6,9	1,0	0,005	1,2	-
9	Метиламин	0,70	-6,5	1,0	-	1,2	-
10	Метил бромистый	1,73	3,6	1,0	-	1,2	12
11	Метил хлористый	0,98	-24	1,0	-	10,8	-
12	Нитрилоакрил	0,80	77,3	0,5	0,03	0,75	-
13	Окись этилена	0,88	10,7	1,0	0,3	2,2	25
14	Сернистый ангидрид	1,46	-10,1	10	0,05	1,8	20
15	Сероводород	0,96	-60,3	10	0,008	1,0	1,4
16	Сероуглерод	1,26	46	1,0	0,005	45	300
17	Соляная кислота (к)	1,19	120	5,0	0,2	2,0	7,0
18	Формальдегид	0,84	-19	0,5	0,003	0,6	9,5
19	Фосген	1,43	8,2	0,5	-	0,6	6,0
20	Хлор	1,55	-34,1	1,0	0,03	0,6	6,0
21	Хлорпикрин	1,66	112	0,7	0,07	0,02	20

Обозначения: ρ – плотность АХОВ, t_k – температура кипения, ПДК – предельно-допустимая концентрация.

Не следует путать аварийно химически опасные вещества с отравляющими веществами. Отравляющее вещество – химическое вещество, предназначенное для применения в качестве оружия при ведении боевых действий.

Токсические характеристики АХОВ. Основным путем поступления токсических веществ в организм при авариях на ХОО – ингаляционный – при вдыхании зараженного воздуха. Значительно реже происходит поражение при попадании АХОВ на незащищенные кожные покровы, при поступлении АХОВ в организм через рот с пищей и водой (пероральный путь), а также прямо в кровяное русло при ранениях.

Попавшее в организм тем или иным путем токсическое вещество проникает в кровь и переносится (транспортируется) ею к структурам – мишеням. Мишень – это структурный элемент организма, взаимодействуя с которым яд запускает токсические процессы. В процессе их протекания сначала происходит повреждение клеток или нарушение механизма регуляции их функций (токсико-динамическая стадия), а затем – формирование функциональных расстройств организма и возникновение симптомов поражения.

Токсическими характеристиками АХОВ являются их токсическая доза и концентрация.

Токсическая доза (токсодоза) D – это количество вещества, попавшее в организм и вызвавшее определенный токсический эффект. Чем в меньшем количестве вещество вызывает поражающий эффект, тем оно токсичнее.

Оценивая воздействие токсических веществ на человека, обычно выделяют три уровня эффектов:

- летальный – характеризуется величиной летальной токсодозы – LD ;
- непереносимый – характеризуется величиной токсодозы, вызывающей существенное нарушение дееспособности (выведение из строя) – ID ;
- пороговый – характеризуется токсодозой, вызывающей начальные проявления действия токсического вещества, при этом работоспособность сохраняется – $Lim D$ или PD .

Для смертельного и непереносимого (а иногда и порогового) уровней

указываются относительная часть в процентах людей, у которых данный эффект проявляется, например, LD_{50} – доза, приводящая к гибели 50 % пораженных. Наиболее часто используются показатели для 50 % и 90 % пораженных.

Обычно под термином токсодоза понимают удельную токсодозу – дозу, приходящуюся на единицу массы тела человека (миллиграмм на килограмм). Использование токсической дозы, пересчитанной на килограмм массы организма, удобно при проведении исследований. Таким образом можно сравнивать действие токсических веществ на разных людей и набирать статистику поражений. Кроме этого, воздействие токсических веществ на всех млекопитающих практически одинаково, поэтому результаты исследований, проведенные на животных, можно переносить на человека.

Доза токсических веществ, попадающих внутрь организма ингаляционным путем, может быть рассчитана по формуле:

$$D = CVt\alpha, \quad (3.1)$$

где C – концентрация АХОВ в воздухе, мг/л; V – объемная скорость легочной вентиляции ($V = 10$ л/мин в спокойном состоянии, $V = 15..20$ л/мин при средней физической нагрузке, $V = 40$ л/мин при тяжелой физической нагрузке); t – время нахождения человека в зараженной атмосфере без противогаза, мин; α – доля токсического вещества, поглощенная органами дыхания из зараженного вдыхаемого воздуха (для большинства АХОВ $\alpha \approx 0,6$).

При расчете по формуле (3.1) можно положить, что для разных людей величины α и V остаются примерно постоянными (величина V , например, соответствует средней физической нагрузке), тогда доза будет зависеть только от концентрации C и времени t . Следовательно, для заданного АХОВ произведение концентрации на время воздействия (Ct) может характеризовать токсичность АХОВ. Аналогично токсодозе D для ингаляционного воздействия указывается эффект поражения и процент пораженных, например, $L Ct_{90}$, $I Ct_{50}$. По заданной токсодозе (Ct) можно рассчитать поражающую концентрацию АХОВ или время пребывания в зараженной атмосфере по известным (требуемым) значениям времени t или концентрации C соответственно.

При расчетах с использованием величины токсодозы D или (Ct) предполагается, что одинаковый поражающий эффект наблюдается при

кратковременном действии токсического вещества с высокой концентрацией и продолжительной аппликации малых концентраций вещества, т. е. эффект определяется общим количеством токсического вещества, попавшего в организм.

Токсическая концентрация С – это количество вещества, находящееся в единице объема воздуха и вызывающее токсический эффект. Концентрации как характеристики токсичности наиболее часто указываются для двух уровней воздействия: порогового (предельно допустимая концентрация) и смертельного.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальная концентрация, усредненная за определенное время, которая не оказывает ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на человека, обнаруживаемого современными методами. Концентрации, большие, чем ПДК, вызывают поражающий эффект. В обычных условиях человек может находиться под воздействием токсических веществ постоянно (по условиям проживания) или только в течение рабочего времени, поэтому ПДК указывают для рабочей зоны и для населения (первый показатель может быть больше, чем второй). ПДК в воздухе рабочей зоны определяют из условия отсутствия вызванных токсическими веществами заболеваний при ежедневной работе в течение 8 часов в день (41 час в неделю) за время всего стажа работы на химически опасном объекте.

Смертельная (средняя смертельная) концентрация определяется по летальному исходу у 50 % пораженных при экспозиции 30...60 минут (в некоторых источниках 2...4 часа). Токсические характеристики АХОВ приведены в табл. 1.21.

Классификация АХОВ. По своим физическим, химическим и токсическим свойствам аварийно химически опасные вещества очень неоднородны, поэтому для их классификации используются различные классификационные признаки.

Важнейшей для организации защиты населения и оказания помощи пострадавшим является классификация веществ по *токсическому действию* их на организм человека. Основные группы АХОВ приведены в табл. 3.3.

Т а б л и ц а 3.3

Классификация АХОВ по токсическому действию

№ п/п	Наименование Группы	Характер действия	Наименование токсических веществ
1	Вещества с	Воздействуют на	Хлор, фосген,

	преимущественно удушающим действием	дыхательные пути человека	хлорпикрин
2	Вещества преимущественно общеядовитого действия	Нарушают энергетический обмен	Окись углерода, цианистый водород
3	Вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием	Вызывают отек легких при ингаляционном воздействии и нарушают энергетический обмен при резорбции	Амил, акрилонитрил, азотная кислота, окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород
4	Нейротропные яды	Действуют на генерацию и передачу нервного импульса	Сероуглерод, тетраэтилсвинец, фосфорорганические соединения
5	Вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием	Вызывают токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы	Аммиак, гептил, гидразин
6	Метаболические яды	Нарушают процессы метаболизма вещества в организме	Окись этилена, дихлорэтан
7	Вещества, нарушающие обмен веществ	Вызывают заболевания с чрезвычайно вялым течением и нарушают обмен веществ	Диоксин

Действие некоторых токсических веществ таково, что позволяет отнести их как к той, так и к другой группе.

Следует отметить, что в некоторых разделах токсикологии как науки о ядах, например, промышленной, сельскохозяйственной, коммунальной, военной токсикологии используются несколько отличающиеся объединительные признаки токсических веществ.

По степени опасности токсические вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- 1 класс – чрезвычайно опасные вещества (метил бромистый и др.);
- 2 класс – опасные вещества (хлор, сероводород и др.);

3 класс – умеренно опасные вещества (сернистый ангидрид и др.);

4 класс – малоопасные вещества (аммиак и др.).

Класс опасности определяется токсическими характеристиками аварийно химически опасных веществ (табл. 3.4).

Т а б л и ц а 3.4

Классификация АХОВ по степени опасности

Показатель	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	< 0,1	0,1...1,0	1...10	>10
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	<15	15...150	150...5000	>5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	<100	100...500	500...2500	>2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	<500	500...5000	5000...50000	>50000

3.2. Химические предприятия в районе боевых действий

Большие химические предприятия сами по себе являются источниками повышенной опасности из-за возможных последствий аварий. Если эти предприятия оказываются в зоне боевых действий или объектами террористических атак, то опасности возрастают многократно. Примерами могут быть предприятия Донецкой области, подвергающиеся артиллерийским, минометным и ракетным обстрелам.

Командование тех, кто регулярно осуществляет артиллерийско-ракетные обстрелы города, промышленных площадок «Стирола» и закрытого, но не утилизированного окончательно Горловского химического завода (ГХЗ) – видимо, не подозревает, что сами военные и сотни тысяч мирных граждан могут стать жертвами масштабной утечки химически опасных веществ, которые в огромном количестве были задействованы в производственном процессе и остались на промплощадках «Стирола» и ГХЗ.

Размеры возможной экологической катастрофы невозможно предсказать, так как авария на «Стироле» повлечет за собой утечку на Горловском химическом казенном заводе, где до сих пор хранится «кровавый яд» – мононитрохлорбензол. Радиус минимального поражения с учетом розы ветров, бассейнов рек и акватории Азовского моря – не менее 300

километров.

Концерн «Стирол» – крупнейший поставщик минеральных удобрений и сырья для химического производства. На его долю приходится 3% мирового экспорта аммиака и карбамида, полимерных материалов и изделий из них. В настоящее время его остановка снизила, но не ликвидировала токсичную опасность. Сам факт обстрела территории «Стирола» с большой вероятностью исключает возможность его восстановления и работы. Неизбежные уже имеющиеся скрытые трещины в технологическом оборудовании от воздействия взрывных волн могут стать причиной катастроф в будущем при задействовании этого оборудования в технологическом процессе и при операциях по его разборке и утилизации. Так что Украина уже имеет проблему потенциальной экокатастрофы в будущем. Ликвидация этой проблемы потребует многих месяцев и миллионов долларов.

ГХЗ относится к потенциально опасным производствам. Еще до его остановки в 1989 году отходы, содержащие мононитрохлорбензол, из непригодных хранилищ попали в грунтовые воды и шахтные стоки, в результате чего в шахте «Александр-Запад» погибли пять шахтеров. Кроме того, во время спасательных работ получили отравления газами различной степени тяжести 186 спасателей. До сих пор вокруг причин и характера развития той трагедии еще много неясного. Тела двух погибших шахтеров так и не смогли достать – не было возможности даже подойти к тому месту под землей из-за слишком токсичной среды. Костюмы самой высокой степени защиты, привезенные из Германии, сгорали в той среде за 15 – 20 минут. Эта авария привела к сильному заражению подземных вод и, как следствие, нарушению водоснабжения восьми городов Донецкой области.

После катастрофы нашли средства – и токсичные отходы химического производства «спрятали» в специальные временные могильники. С тех пор прошло более 20 лет, и срок их годности истек. Вскоре после катастрофы завод обанкротился – от восьмитысячного коллектива остались менее сотни сотрудников. Полностью завод остановился в 1995 году, как говорят очевидцы, варварским способом: во время технологического процесса оборудование просто обесточили, в результате чего тротил «застыл» в чанах и трубопроводах (более 30 т неочищенного и 8 тонн готового тринитротолуола (ТНТ)). Вот на такой «mine» и сейчас живут девять тысяч жителей трех горловских поселков.

На территории площадки ГХЗ без каких-либо элементарных правил

безопасности хранились тысячи тонн высокотоксичных отходов производства тротила (тринитротолуола) и моонитрохлорбензолов, сульфатные отвалы, а также многотонные остатки неочищенного и готового ТНТ. Отходы лежали под открытым небом в изъеденной коррозией таре. В течение десятков лет эти ядовитые вещества размывали дожди, их разносил ветер и выпаривало солнце, они просачивались сквозь землю в грунтовые воды

Нужны многие годы для разборки технологических зданий, аппаратов, трубопроводов, резервуарных парков, вывоза и утилизации верхнего слоя земли, асфальта, бетона, отравленных навечно. Это позволит заметно уменьшить опасность.

Военные действия эту опасность усугубляют. В результате возможных прямых попаданий снарядов в трубопроводы, технологические аппараты, резервуары, которые технически невозможно очистить полностью от токсичных материалов, возможна крупная утечка токсичных паров, пылей, газов.

На промплощадке осталось около 10 – 20 т тротила в отстойниках. Они могут сдетонировать при прямом попадании снаряда или близком разрыве. Почва на промплощадке пропитана высокотоксичными веществами, серной, азотной кислотами. Кровавый яд (моонитрохлорбензол) хранится в резервуарах с просроченным гарантийным сроком эксплуатации. Взрывы боеприпасов на территории промплощадки могут привести к образованию высокотоксичных облаков пыли, паров. При разнесении ветром территория поражения может охватить район, в котором проживают 150 – 200 тысяч человек.

Кроме того, в зоне конфликта находятся:

1. Донецкий казенный завод химических изделий, производивший взрывчатые вещества на основе тротила и гексогена. Остатки сырья, полуфабрикатов, готовой продукции взрывоопасны и высокотоксичны. Острые отравления угрожают нарушениями генетики и летальными исходами.

2. Лакокрасочный завод «Донецкхим» – сырье, полуфабрикаты, готовая продукция взрывоопасны и высокотоксичны.

3. «Радон» (Донецк). На его территории в законсервированных хранилищах-могильниках находятся радиоактивные материалы.

4. Авдеевский коксохимзавод. Находящиеся на нем летучие бензопирены угрожают утечкой в воду, грунт, атмосферу.

5. Северодонецкий «Азот», производивший жидкий и газообразный аммиак.

В юго-восточном регионе Украины было около 800 объектов, на которых используют или хранят до 200 тысяч тонн опасных химических веществ. На большинстве предприятий работает оборудование, которому более 25 лет. Это предопределяет высокий уровень вероятности аварии. В феврале 2010 года служба информации МЧС Украины сообщила, что в зонах потенциально возможного аварийного, химического заражения живут свыше 10 миллионов украинцев.

Опасные зоны от аварий на множестве объектов химического заражения часто перекрывают одна другую, что усиливает токсический эффект. Например, в Горловке «Стирол» и ГХЗ граничат друг с другом. Авария на одном объекте с высокой долей вероятности вызовет аварию на другом, что увеличит площадь опасных и смертельных концентраций территорией с проживанием более 1 млн человек. Учитывая, что эти предприятия расположены на возвышенности, при определенной направленности и силе ветра может произойти накрытие большей части Донецка смертельно опасными токсичными облаками.

В мирное время для ликвидации токсичных выбросов и тушения пожаров применялась традиционная техника – пожарные машины. Однако их эффективная работа требует подачи сотен тонн воды на тушение пожаров и осаждение распыленными струями токсичных облаков. Как правило, в зоне АТО водопроводы не работают, а если работают, маловероятно, что они могут дать нужный напор воды. Поэтому традиционная техника может тушить только небольшие пожары и обеспечить только небольшое, локальное осаждение токсичных облаков, что фактически не защитит население от токсичного, поражающего воздействия.

3.3. Аварии на химически опасных объектах

Крупные аварии на химически опасных объектах (ХОО) являются одними из наиболее опасных техногенных катастроф. Они могут привести к отравлению и гибели людей, тяжелым экологическим последствиям. Только за последние десятилетия в мире произошел ряд химических аварий и катастроф на промышленных объектах: химический завод в Севезо (Италия, 1976 г.), «авария века» в Бхопале (Индия, 1984 г., выброс нервно-паралитических газов в атмосферу привел к гибели 3500 чел., 20 тыс. чел. стали инвалидами, 200 тыс. чел. получили поражения различной степени

тяжести), авария на ПО “Азот” (Литва, 1989 г.) и др.

Развитие аварии на химически опасных объектах и формирование зоны химического заражения. Анализ структуры и деятельности предприятий, производящих или потребляющих АХОВ, показывает, что в их технологических линиях обращается, как правило, небольшая доля этих продуктов из всей массы, имеющихся на предприятии. Поэтому при авариях в цехах в большинстве случаев происходит локальное загрязнение воздуха и территории. В таких случаях поражение может получить лишь производственный персонал.

Большая часть АХОВ хранится на складах. Нормы хранения АХОВ на каждом предприятии определяются с учетом их потребления, выработки, транспортирования, предупреждения аварийных ситуаций, профилактических остановок, сезонных поставок, а также токсичности и пожаровзрывоопасности. На крупных химических предприятиях создается минимальный (неснижаемый) запас исходных продуктов, рассчитанный на 3...15 суток работы, который может составлять сотни и тысячи тонн АХОВ.

АХОВ в больших объемах хранятся на предприятиях в стационарных емкостях. Это могут быть алюминиевые, стальные, железобетонные или комбинированные резервуары, температура и давление в которых поддерживаются в соответствии с заданным режимом хранения. Наиболее распространены емкости цилиндрической формы (наземные или подземные) и шаровые резервуары. Вместимость резервуаров бывает разной. Хлор, например, хранится в емкостях вместимостью от 1 до 100 т, аммиак – от 5 до 30000 т, синильная кислота – от 1 до 200 т, окись углерода, двуокись серы, гидразин, тетраэтилсвинец, сероуглерод – от 1 до 100 т.

Наземные резервуары на складах располагаются, как правило, группами с одной резервной емкостью на группу для перекачки АХОВ в случае утечки из какого-либо резервуара. Вокруг каждой группы резервуаров по периметру предусматривается замкнутое обвалование или ограждающая стенка из несгораемых и коррозионноустойчивых материалов высотой не менее 1 м, которые ограничивают площадь разлива АХОВ при аварии.

Используются, в основном, три способа хранения АХОВ в крупнотоннажных емкостях:

- при температуре окружающего воздуха и давлении до 20 атм. (сжиженные газы);

- в изотермических охлаждаемых (до температуры $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) резервуарах при атмосферном давлении;

– при температуре окружающего воздуха и атмосферном давлении (высококипящие жидкости).

На близкие расстояния АХОВ перевозятся автотранспортом в баллонах емкостью до 0,05 м³, контейнерах (бочках) емкостью до 0,8 м³ или автоцистернах вместимостью до 20...40 т.

По железной дороге АХОВ перевозят в баллонах, контейнерах (бочках) и цистернах – полезный объем 30...90 м³.

Водным транспортом большинство АХОВ перевозятся в баллонах и контейнерах (бочках), ряд судов оборудован специальными резервуарами (танками) вместимостью до 10000 тонн.

В случае разгерметизации емкостей, в которых хранятся АХОВ, происходит их выброс в окружающую среду. При этом условия (давление, температура), в которых находится вещество, быстро (скачком) изменяются от тех, что были при хранении, до значений, соответствующих атмосферным. Характер протекания процесса выброса определяет заражение местности и атмосферного воздуха и зависит от соотношения температур: критической T_k для данного АХОВ, температуры окружающей среды и температуры хранения АХОВ. На него влияет также характер разрушения емкости (небольшая течь, незначительное или полное разрушение емкости), сопровождается авария взрывом и (или) пожаром.

В результате аварии АХОВ в общем случае могут находиться одновременно в жидком состоянии, в виде аэрозоля и пара (газа), при этом может происходить заражение местности на значительных площадях – образуется зона химического заражения.

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

В зоне химического заражения выделяют территорию непосредственного разлива АХОВ и территорию, над которой распространялось облако зараженного воздуха.

Территорию непосредственного разлива и очень высоких концентраций АХОВ называют *районом аварии*. Его размер не превышает нескольких сотен метров для крупных аварий.

Район аварии – самое опасное место в зоне химического заражения, где наблюдаются максимальные концентрации АХОВ, на карте (схеме)

отображается окружностью соответствующего радиуса. В районе аварии можно находиться только в изолирующих дыхательных аппаратах и средствах защиты кожи.

Возникновение зон заражения, значительно превышающих по площади район аварии, происходит при образовании первичного и вторичного облака зараженного воздуха.

Первичное облако образуется АХОВ, поступающим в атмосферу непосредственно в момент (1...3 мин) разрушения или разгерметизации емкости. Токсические вещества могут находиться в первичном облаке в аэрозольном или газообразном состоянии в зависимости от динамики процессов испарения и кипения при разгерметизации емкости. Образование первичного облака наиболее характерно для низкокипящих (температура кипения ниже +20 °С) АХОВ, хранящихся под давлением. Перенос первичного облака ветром сопровождается гравитационным оседанием мелких капель АХОВ, в результате чего может происходить заражение ими местности, зданий, сооружений, оборудования, одежды людей.

При разрушении емкостей с высококипящими жидкостями или при очень низкой температуре окружающего воздуха образование первичного облака не происходит.

Глубина распространения первичного облака может составлять до нескольких десятков километров, направление распространения первичного облака АХОВ определяется направлением ветра в момент аварии. Зона распространения первичного облака по форме представляет собой узкий сектор, граница зоны определяется обычно пороговой токсодозой PSt_{50} для времени воздействия 40...60 минут.

Вторичное облако формируется за счет испарения жидких АХОВ из зоны разлива в районе аварии. При обваловании хранилищ район аварии – это непосредственно место аварии. В зоне распространения вторичного облака поражающее действие оказывают только АХОВ в газообразном состоянии через органы дыхания.

Глубина распространения вторичного облака составляет до нескольких километров, определяется пороговой токсодозой так же, как и для первичного облака. Время испарения АХОВ может достигать нескольких часов (до суток), поэтому, учитывая возможные изменения направления ветра за это время, граница зоны – сектор с большим, чем для первичного облака, центральным углом – вплоть до окружности.

Глубины распространения первичного и вторичного облака

зараженного воздуха в значительной степени зависят от метеорологических условий – вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха и скорости приземного ветра, а также рельефа местности и плотности застройки объектов.

Различают три состояния вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха: инверсия, изотермия, конвекция.

Инверсия – это такое состояние атмосферы, когда в приземном ее слое нет восходящих потоков воздуха, поэтому у поверхности земли накапливаются испаряющиеся вещества, рассеяния их нет. При инверсии создаются наиболее благоприятные условия для распространения АХОВ и сохранения их высоких концентраций, т. е. это наиболее опасные условия при аварии на химически опасных объектах. Инверсия наблюдается ночью и утром в ясную погоду при скорости ветра менее 4 м/с.

Изотермия характеризуется примерно одинаковой температурой воздуха по высоте и отсутствием перемещения воздуха по вертикали. Она наиболее типична для пасмурной погоды, имеет место в утренние и вечерние часы, скорость ветра – любая. Изотермия – это средние условия для распространения АХОВ.

Конвекция характеризуется наличием восходящих потоков воздуха, что обусловлено сильным нагревом почвы. При конвекции пары АХОВ интенсивно рассеиваются в приземном слое атмосферы. Конвекция наблюдается обычно в летние ясные дни при скорости ветра менее 4 м/с.

При различных типах устойчивости атмосферы (инверсия – изотермия – конвекция) расстояния от места аварии, на которых наблюдаются опасные концентрации АХОВ, могут отличаться на порядок.

В зависимости от особенностей аварии на ХОО могут возникнуть четыре типа зоны химического заражения, отличающихся характером поражающего действия.

Первый тип – при выбросе легко испаряющихся АХОВ практически мгновенно возникает только первичное облако, распространяющееся на большое расстояние.

Второй тип – при выбросе АХОВ средней летучести возникает первичное облако, а также пролив и вторичное облако по мере испарения пролива.

Третий тип – при выбросе мало летучих АХОВ возникает пролив и вторичное облако по мере его испарения.

Четвертый тип – при выбросе нелетучих АХОВ образуется пролив,

вторичное облако не возникает, зона заражения ограничена территорией объекта.

3.4. Химическое оружие

3.4.1. Общая характеристика химического оружия

Документы о запрещении химического и биологического оружия: Гаагские Соглашения 1899 и 1907 годов; Женевский Протокол 1925 года. Химическая Конвенция 1993 года.

Промышленная революция в конце 19 века привела к возможности применять ядовитые вещества как боевое оружие:

— 1853-1856гг. в Крымской войне во время осады Севастополя английская армия применяла сернистый газ для "выкуривания" обороняющихся русских гарнизонов из инженерных сооружений.

— 1899-1902 гг. во время англо-бурской войны англичане применяли экспериментальные артиллерийские снаряды, начиненные пикриновой кислотой, способной вызывать рвоту у пострадавших.

Опасный характер химического оружия вызвал беспокойство мировой общественности и на двух международных Гаагских конференциях (1899 и 1907 годы) были приняты Соглашения, запрещающие применять ядовитые вещества в военных целях.

В Первую мировую войну эти соглашения были нарушены. Всего в Первую мировую войну было применено 125 тыс. тонн различных ОВ, таких как хлор, фосген, дифосген, хлорпикрин, синильная кислота, дифенилхлорарсин, иприт и т.д. всего 45 типов ОВ, из них 4 кожно-нарывных, 14 удушающих, 27 раздражающих. Поражено 1млн 300 тысяч человек (то есть на 1тонну ОВ примерно 10 пораженных), из них 100 тысяч погибло.

После этой войны в 1925 году 37 государств подписали в Женеве "Протокол о запрещении применения на войне удушливых, ядовитых или других подобных газов и бактериологических средств". СССР ратифицировал этот Протокол в 1928 году, а США в 1975.

Несмотря на Женевский протокол, химическое оружие в крупных масштабах было применено в двух войнах:

— 1935-36 гг. во время Итало-Эфиопской (Абиссинской) войны итальянцы применяли фосген и иприт. Было произведено 19 авиационных налетов, поражено 250 тыс. человек из них 15 тыс. погибло.

— 1937-43 гг. во время японо-китайской войны примерно 10% потерь были за счет применения химического оружия.

Во Вторую мировую войну ХО широкого применения не нашло. Однако оно играло роль сдерживающего фактора.

После 2МВ, благодаря научно-технической революции, произошла революция и в области химического оружия. Полигонами по испытанию новых видов ХО стали:

— 1951-52 гг. Корея.

— 1961-71 гг. Вьетнам, Лаос и Камбоджа.

В этих войнах было применено более 100 тыс. тонн различных БТХВ, что привело к поражению различной степени тяжести примерно 2 млн. человек, заражению 360 тыс. га земли, 500 тыс. га леса. Использовались дефолианты (в том числе и содержащие диоксин), гербициды, инкапситанты (CS, ХАФ, адамсит, хлорпикрин, бромацетон, ВZ).

— Ирак и Иран. Здесь во время войны применялись ОВ типа иприт и азотистый иприт, и типа зоман (GF), а также возможно табун, зарин;

— Никарагуа; Сальвадор; Гренада; Афганистан - во всех этих странах применялись, в той или иной мере БТХВ.

— Бразилия, где в 1984 г. Пентагон использовал дефолианты, при строительстве дороги, погибло 7000 человек.

В настоящее время химическим оружием обладают 30 стран. Реальность такова что, несмотря ни на какие конвенции, химическое оружие разрабатывается во многих странах мира и планируется его применение в больших войнах, локальных конфликтах и при проведении террористических акций, таких как в токийском метро. Во Вьетнаме, в Палестине, в Анголе, в Ираке – везде применялось химическое оружие.

Химическое оружие (ХО) - это оружие, поражающее действие которого основано на применении боевых токсичных химических веществ (БТХВ) [33].

Применением ХО решаются три задачи:

— поражение людей;

— уничтожение растительности;

— сковывание работы объектов и учреждений.

Система химического оружия включает два компонента: БТХВ и средства их применения.

К БТХВ относятся три группы веществ: отравляющие вещества (ОВ), токсины и фитотоксиканты. ОВ и токсины предназначены для поражения людей и животных, а фитотоксиканты – для поражения растительности.

Отравляющие вещества - химические соединения, вызывающие при их боевом применении поражение живой силы, а также заражение воздуха,

местности, техники и обмундирования. Из ОВ смертельного действия в настоящее время на вооружении состоят: VX, GB, HD. Из ОВ временно и кратковременно выводящих из строя - BZ, CS, CR.

Иммобилизирующее оружие. К нему относят аэрозольные рецептуры, содержащие мощные современные анестетики или снотворные средства, при вдыхании которых человек теряет двигательную активность или засыпает.

Токсины - химические вещества белковой природы, обладающие высокой токсичностью и способные при их применении поражать людей и животных. Токсины, в отличие от ядов небелковой природы, вырабатывают в организме иммунитет. В настоящее время на вооружении состоят две рецептуры на основе токсинов: XR - ботулинический токсин типа "А", токсин смертельного действия. PG - стафилококковый энтеротоксин типа "Б", вызывает рвоту.

Фитотоксиканты - токсичные химические вещества, предназначенные для поражения различных видов растительности. В настоящее время на вооружении находятся три рецептуры: "Оранжевая", "Белая", "Синяя".

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать БТХВ отнесем: тактическое назначение, быстрдействие, стойкость и токсичность.

Средства применения БТХВ. Для применения БТХВ существует современная система средств их применения. Эта система включает химические боеприпасы и боевые приборы, позволяющие применять ХО на всю глубину оперативного построения наших сил.

Основным носителем ХО является авиация, имеющая на вооружении химические авиабомбы, кассеты разового действия, а также кассетные установки для выстреливания ХБП; выливные и распылительные авиационные приборы.

Второе по значению место занимают ракетно-артиллерийские средства. Кроме того, на вооружении многих армий имеются химические средства ближнего боя, такие как химические генераторы аэрозолей, химические фугасы, химические пашки, гранаты и патроны.

При применении химического оружия люди могут получить поражения различными путями: через органы дыхания - ингаляционные; через кожные покровы - кожно-резорбтивные; при ранении осколками боеприпасов, снаряженных отравляющими веществами (микстные); при употреблении зараженных продуктов и воды (пероральные).

Химические поражения подразделяются на легкие, средние, тяжелые и смертельные.

Под потерями от воздействия химического оружия понимается количество населения, потерявшего боеспособность вследствие получения поражений отравляющими веществами не менее средней степени.

3.4.2. Параметры боевых токсических химических веществ

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать БТХВ отнесем: тактическое назначение; боевое состояние; быстродействие; стойкость; токсичность.

По тактическому назначению БТХВ можно разделить:

- БТХВ смертельного действия (XR, VX, GB, HD);
- БТХВ временно выводящие из строя на срок от 2-х до 5 суток (BZ, PG);
- БТХВ кратковременно выводящие из строя на срок до нескольких часов (CS, CR, CH);
- БТХВ предназначенные для поражения растительности (оранжевая, белая и синяя рецептуры).

Боевым состоянием БТХВ называют раздробленное их состояние в виде твердых или жидких частиц различных размеров. Видами боевого состояния являются пар, аэрозоль и капли.

Пар - это вещество, находящееся в газообразном состоянии.

Аэрозоли представляют собой неоднородные системы, состоящие из взвешенных в воздухе твердых или жидких частиц вещества.

Частицы размером 0,01...10 мкм образуют тонкодисперсные (неоседающие) аэрозоли, которые очень долго не оседают и легко проникают как в легкие человека, так и в различные помещения и укрытия.

Частицы размером 100 мкм образуют грубодисперсные (оседающие) аэрозоли, которые под действием силы тяготения оседают на подстилающую поверхность.

Капли - это частицы размером 500 мкм и более, которые по сравнению с грубодисперсными аэрозолями слабо подвергаются рассеивающему действию турбулентной диффузии и почти полностью оседают в районе их образования.

БТХВ в состоянии пара и неоседающего аэрозоля заражают воздух и поражают людей через органы дыхания (т.е. наносят ингаляционные поражения).

БТХВ в состоянии оседающего аэрозоля и капель заражают различные поверхности и поражают людей, как через органы дыхания, так и через кожу (т.е. наносят кожно-резорбтивные поражения).

Быстродействие БТХВ характеризует скорость наступления поражающего действия. По быстродействию различают:

— БТХВ быстрого действия. При поражении этими веществами, в течение срока продолжительностью от нескольких секунд до нескольких десятков минут, наступает ожидаемый поражающий эффект (смерть, утрата дееспособности, гибель растительности).

— БТХВ замедленного действия. При поражении ими наблюдается период скрытого действия продолжительностью от 1-го часа до суток.

Быстродействие зависит не только от типа БТХВ, но также от его боевого состояния, дозы и пути воздействия на организм. Так VX при воздействии через органы дыхания действует быстро (смерть наступает в течение 5 мин), а при воздействии через кожу действует замедленно (смерть наступает через 2...6 часов).

Стойкость БТХВ характеризует продолжительность химического заражения местности (акватории) и объектов на ней. По стойкости БТХВ подразделяются на стойкие и нестойкие.

К стойким веществам, поражающее действие которых сохраняется не менее трех часов, относятся VX, HD, CS-1 (14суток), CS-2 (30суток), GP, GD.

К нестойким веществам, поражающее действие которых сохраняется не более 2...3 часов после их боевого применения, относятся GB, BZ, CS, XR, PG.

Для повышения стойкости БТХВ применяются следующие способы: создание рецептур стойких и нестойких БТХВ (GB с VX); использование сорбентов (в рецептурах CS-1 и CS-2 в качестве сорбента используется силикагель); микрокапсулирование БТХВ.

Токсичность БТХВ определяет их способность вызывать такие изменения в организме, которые приводят человека к потере дееспособности или к гибели.

Токсичность характеризуется токсодозой. При ингаляционных поражениях под токсодозой понимают произведение средней концентрации вещества в воздухе (С) на время пребывания человека в зараженной атмосфере (τ).

Токсичность БТХВ смертельного действия обычно характеризуют величиной средней смертельной токсодозы LC_{t50} (г·мин/м³). Такая доза вызывает смертельный исход у 50% пораженных.

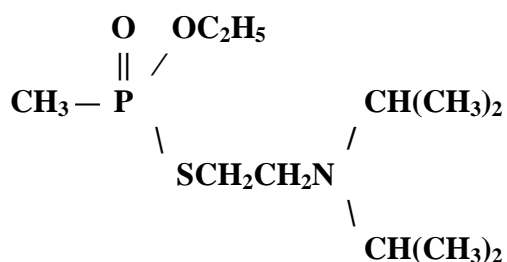
Токсичность БТХВ временно-выводящих из строя обычно характеризуют величиной средней выводящей из строя токсодозы IC_{t50} (г·мин/м³). Такая доза вызывает вывод из строя 50% пораженных.

При кожно-резорбтивных поражениях токсичность характеризуют величиной средней смертельной токсодозы LD_{50} (г/кг или г/чел). Под средней смертельной токсодозой понимается масса вещества на 1 кг веса или на одного человека вызывающая смертельный исход, при попадании на кожу, у 50% пораженных.

При пероральном поступлении ФОВ в организм с продуктами питания или питьевой водой первые симптомы поражения появляются через 5...30мин.

3.4.3. Характеристика отравляющих веществ

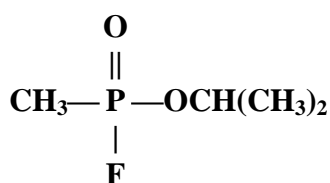
Ви-Икс (VX) О-этил-S-2-(N,N-диизопропиламино)этилметилтиолфосфонат



Смертельное ОВ. Основное боевое состояние - грубодисперсный аэрозоль или капли. В этом состоянии оно действует через кожный покров, проникает через одежду. Период скрытого действия несколько часов. При переводе его в пар или тонкодисперсный аэрозоль поражает через органы дыхания в течение нескольких минут. Наиболее токсичное из всех известных ОВ. $LC_{t50} = 0,01$ мг·мин/л; $LD_{50} = 0,007$ г/чел (0,1 мг/кг). Наиболее стойкое из всех известных ОВ (от нескольких суток до нескольких месяцев). Применяется как для поражения людей, так и для длительного заражения местности. Есть бинарный вариант VX-2, им снаряжены 203,2мм гаубичный снаряд и ХАБ "Бигай".

VX ввиду его особо высокой кожно-резорбтивной токсичности применяется в боеприпасах дистанционного действия, с помощью которых образуется поток грубодисперсного аэрозоля.

Зарин (GB) Изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты

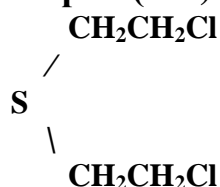


Смертельное, нестойкое, быстродействующее ОВ. Основное боевое состояние пар и тонкодисперсный аэрозоль. $LC_{\tau_{50}} = 0,075$ мг·мин/л; $LD_{50} = 1,5$ г/чел (24 мг/кг). Есть бинарная рецептура GB-2 им снаряжен 155мм гаубичный снаряд. Зарин применяется в осколочно-химических снарядах, минах, кассетных элементах, снабженных взрывателем ударного действия. С помощью ВВ корпус БП разрывается на осколки, а зарин дробится, образуя облако паров и аэрозоля.

При ингаляционном воздействии ФОВ появление симптомов поражения наблюдается в первые минуты, а при высоких концентрациях моментально.

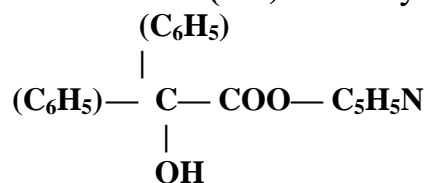
Кожно-резорбтивные поражения отличаются от ингаляционных наличием скрытого (латентного) периода действия. Продолжительность скрытого периода может составлять от нескольких десятков минут, при воздействии летальных доз, до 10 часов и более - при меньших дозах.

Иприт (HD) 2, 2'-дихлордиэтилсульфид



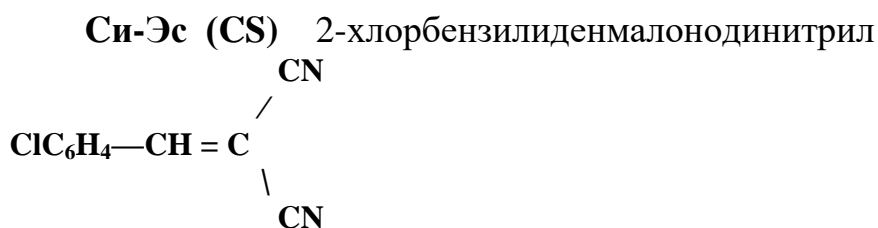
Смертельное, стойкое ОВ замедленного действия (период скрытого действия от 2-х до 6-ти часов). Основное боевое состояние - пар, аэрозоль, капли. $LC_{\tau_{50}} = 1,5$ мг·мин/л; $LD_{50} = 5$ г/чел (70 мг/кг). Поражает через органы дыхания, кожу, желудочно-кишечный тракт. Применяется главным образом для заражения местности и объектов.

Би-Зет (BZ) 3-хинуклидиловый эфир бензиловой кислоты



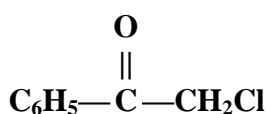
Психохимическое, нестойкое, временно-выводящее из строя (до суток) ОВ слабозамедленного действия (период скрытого действия 0,5-1 час). Основное боевое состояние – тонкодисперсный аэрозоль (дым). Поражает

высшую нервную систему через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт. Вызывает потерю ориентировки, зрительные и слуховые галлюцинации. $IC_{50} = 0,11$ мг·мин/л; $LC_{50} = 110$ мг·мин/л.



Раздражающее, нестойкое, временно-выводящее из строя (до 3 часов) быстродействующее ОВ. Основное боевое состояние - тонкодисперсный аэрозоль (дым). Раздражает глаза и верхние дыхательные пути. На местности может сохраняться до 15...30 суток. Широко применялось во Вьетнаме. $IC_{50} = 0,02$ мг·мин/л; $LC_{50} = 61$ мг·мин/л. Находилось на вооружении в армии США. Применялось, в так называемом экспериментальном варианте, во время войны во Вьетнаме, сейчас судя по всему, переведено в ограниченоктабельные ОВ.

Хлорацетофенон (CN) хлорметилфенилкетон



Раздражающее, нестойкое, временно-выводящее из строя, быстродействующее ОВ с запахом черемухи. Основное боевое состояние - тонкодисперсный аэрозоль (дым). Раздражает глаза и верхние дыхательные пути. $IC_{50} = 0,08$ мг·мин/л. $LC_{50} = 10$ мг·мин/л.

3.4.4. Характеристика токсинов и фитотоксикантов

Характеристика токсинов

Икс-Ар (XR) ботулинический токсин типа А. Серый порошок. Сильнейший из всех известных в настоящее время ядов смертельного действия (1 грамм XR содержит 8 млн. смертельных доз). Стойкость ограниченная. Основное боевое состояние тонкодисперсный аэрозоль. В этом состоянии действует в основном через органы дыхания. Период скрытого действия от 3-х часов до 2-х суток. Смерть от паралича сердца и органов дыхания наступает через 1...10 суток. $LC_{50} = 2 \cdot 10^{-5}$ мг·мин/л (для сухого вещества); $LC_{50} = 10^{-4}$ мг·мин/л (для рецептур); $LD_{50} = 5,7 \cdot 10^{-5}$ мг/кг.

Пи-Джи (PG) стафилококковый энтеротоксин типа В (SEB). Белый порошок. БТХВ временно-выводящего действия, выводит из строя на срок до

1 суток. Поражает через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, раны. Стойкость ограниченная. Основное боевое состояние тонкодисперсный аэрозоль. Период скрытого действия при попадании в организм через органы дыхания – несколько десятков минут; через желудочно-кишечный тракт – от 0,5 часа до 6 часов. $IC_{t50} = 0,02$ мг·мин/л; $ID_{50} = 4 \cdot 10^{-4}$ мг/кг.

Характеристика фитотоксикантов

К фитотоксикантам относятся:

- гербициды, предназначенные для уничтожения с/х культур;
- дефолианты, вызывают опадение листьев деревьев и кустов;
- десиканты, вызывают быстрое засыхание листьев деревьев.

Оранжевая рецептура. Маслянистая жидкость темно-бурого цвета. Уничтожает посевы, деревья и кустарники. (Во Вьетнаме применялась для уничтожения лесных массивов). Норма расхода 15...50 кг/га (для травы норму надо увеличивать).

Оранжевая рецептура содержит в качестве технологической примеси диоксин. Он очень ядовит для человека ($LD_{50} = 10^{-4}$ мг/кг). Гибель наступает через несколько недель. Дегазация затруднена.

Белая рецептура. Порошок белого цвета. Применяется в виде водных растворов с добавкой ПАВ. Гербицид универсального действия. Для уничтожения лесов достаточно одной обработки. Содержание действующего начала – 25%. Норма расхода в расчете на действующее начало составляет 8...15 кг/га.

Синяя рецептура. 40% водный раствор какодиловой кислоты. Формула какодиловой кислоты $(CH_3)_2AsH_2$. Вызывает высушивание и свертывание листьев. Растения погибают в течение 2...4 суток. Норма расхода для уничтожения сельскохозяйственных культур составляет 3...8 кг/га. Для полного уничтожения растений требуется повторная обработка.

Параметры основных БТХВ сведены в таблицы 3.5...3.7.

Таблица 3.5.

Параметры смертельных БТХВ

Тип БТХВ	XR	VX	GD	GB	HD
Тактическое назначение	Смерт.	Смерт.	Смерт.	Смерт.	Смерт.
Боевое состояние	Аэрозоль	Аэрозоль Капли	Аэрозоль Пар	Аэрозоль Пар	Капли

Быстродействие					
- аэрозоль	0,2-2сут	Минуты	часы	Минуты	Часы
- пар	-	-	нет	Минуты	-
- капли	-	2...6час	-	-	4...6час
Стойкость	Дни	Недели	Дни	Часы	Недели
LCt₅₀ г·мин/м³	0,0001	0,01	0,03	0,075	1,5
LD₅₀ г/чел	0,000004	0,007	1,4	1,5	5

Таблица 3.6.

Параметры БТХВ временно-выводящих из строя

Тип БТХВ	BZ	PG	CS	CR
Тактическое назначение	Временный вывод из строя на срок 2...5 суток		кратковременный вывод из строя на срок до нескольких часов	
Боевое состояние	Аэрозоль	Аэрозоль	Аэрозоль	Аэрозоль
Быстродействие	1...3 часа	1...2 суток	секунды	секунды
Стойкость	1 сутки	1...10 суток	0,5...3 часа	до суток
Токсодоза выводящая из строя (ICt₅₀), г·мин/м³	0,11	0,02	0,02	0,005

Таблица 3.7.

Токсодозы основных БТХВ

Тип	HD	GB	GD	VX	XR	BZ	CS	PG	CR
LCt₅₀, г·мин/м³	1,5	0,075	0,030	0,01	0,0001	-	-	-	-
ICt₅₀, г·мин/м³	-	-	-	-	-	0,11	0,02	0,02	0,005
LD₅₀, г/чел	5	1,5	1,4	0,007	0,000004	-	-	-	-

3.4.5. Химические боеприпасы и приборы

Химический боеприпас – боевое средство применения БТХВ однократного использования (артиллерийские химические снаряды и мины, авиационные химические бомбы и кассеты, химические боевые части ракет, химические фугасы, химические шашки, гранаты и патроны).

Химический боевой прибор — боевое средство применения ОВ многократного использования (выливные авиационные приборы и механические генераторы аэрозолей БТХВ).

Система химических боеприпасов и приборов включает:

— Химические боеприпасы и боевые приборы авиации (химические авиационные бомбы (ХАБ), химические авиационные кассеты (ХАК), выливные авиационные приборы (ВАП), распылительные авиационные приборы (РАП));

— Химические боеприпасы ракет и артиллерии (химические боевые части ракет, мины, артиллерийские снаряды, реактивные снаряды);

— Химические боеприпасы ближнего боя (химические фугасы, генераторы аэрозолей, химические шашки, гранаты и патроны) [34].

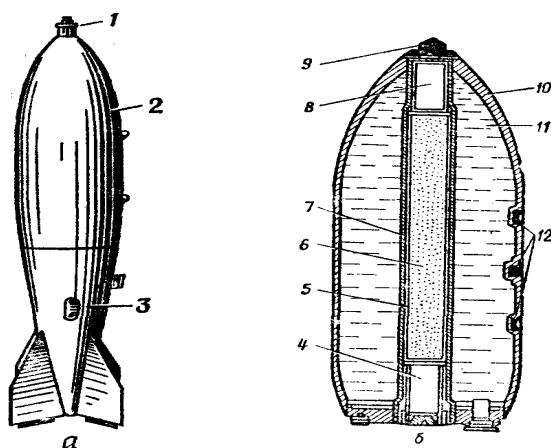


Рис. 3.4.1. 750-фн химическая бомба:

а — общий вид; б — устройство: 1 и 9 — головной взрыватель; 2 и 10 — корпус; 3 — хвостовой конус со стабилизатором; 4 и 8 — втулки для донного и головного взрывателей; 5 — цилиндр из фибрового картона; 6 — разрывной заряд; 7 — стакан для разрывного заряда; 11 — отравляющее вещество; 12 — гнезда подвесных ушков.

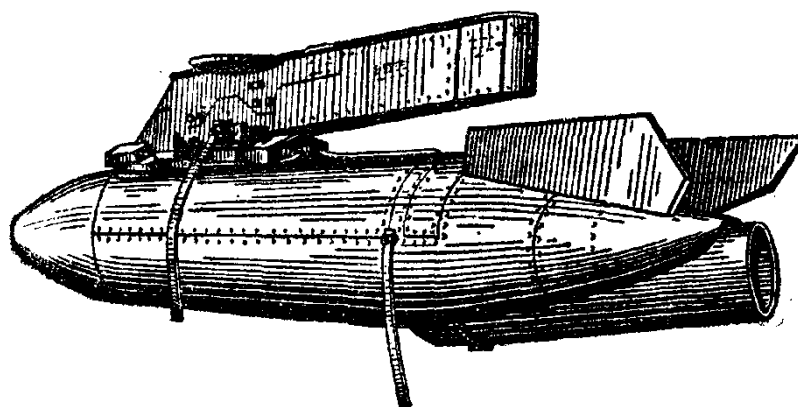


Рис. 3.4.2. Выливной авиационный прибор ТМУ-28/В.

Второе по значению место занимают ракетно-артиллерийские средства. К ним относятся:

— Химические боевые части оперативно-тактических и крылатых ракет, которые снаряжаются БТХВ типа GB и XR. Они могут содержать до 1500 малогабаритных бомб, общим весом БТХВ до 250кг.

— Химические снаряды к реактивным системам залпового огня снаряжаемые БТХВ типа VX, GB. Химические снаряды и мины ствольной артиллерии, снаряжаемые ОВ типа VX, GB, HD и CS.

Химические боевые части ракет

Химические боевые части ракет (ХБЧ) предназначены для поражения живой силы путем заражения воздуха парами GB или XR. По конструктивному решению они относятся к средствам поражения кассетного типа и состоят из корпуса, взрывателя и устройства, обеспечивающего вскрытие корпуса ХБЧ в заданной точке траектории полета ракеты. Корпус ХБЧ ракеты снаряжается кассетными элементами (малокалиберными бомбами), содержащими БТХВ.

При применении ракет с ХБЧ кассетного типа в снаряжении GB предусматривается пуск по цели размером до 1 км² одной - двух ракет. Цели больших размеров условно разделяют на части, по каждой из которых может осуществляться пуск одной ракеты. Размер площади рассеивания кассетных элементов зависит от высоты вскрытия ХБЧ, при этом диаметр круговой площади рассеивания увеличивается пропорционально высоте вскрытия. Варьирование высотой позволяет противнику управлять степенью поражения цели с учетом ее размеров. Поражения живой силы предполагается достигнуть до надевания личным составом противогазов.

ХИМИЧЕСКИЕ БОЕПРИПАСЫ БЛИЖНЕГО БОЯ

Кроме того, противник имеет на вооружении химические средства ближнего боя, такие как химические генераторы аэрозолей (CS,CR); химические фугасы (VX,HD); химические шашки (BZ); химические гранаты (CS,CR); химические патроны (CS,CR).

Существуют механические генераторы аэрозолей двух типов съемные и ранцевые. Механические генераторы аэрозолей съемного типа могут быть установлены на вертолетах, автомобилях и малых кораблях. На вооружении находятся съемные генераторы аэрозолей, содержащие 20кг CS, 40кг хлорацетофенона (CN). Ранцевые генераторы аэрозолей содержат 3кг CS, 9кг CN.

Химические шашки снаряжаются ОВ типа ВZ в количестве 5кг. Химические гранаты могут снаряжаться ОВ типа CS, CN в количестве 0,1кг. Химические патроны снаряжаются ОВ CS в количестве 0,1кг.

3.4.6. Химический терроризм

В 1972 году в США была пресечена попытка националистической группы «Минитмены» с помощью синильной кислоты заразить систему кондиционирования воздуха в здании ООН в Нью-Йорке.

В середине 70-х годов антикастровские группировки в США получали от чилийской спецслужбы ДІНА зарин для использования его против своих противников.

В 1991 году американские неонацисты пытались применить синильную кислоту в синагоге.

В 1995 году чилийская правоэкстремистская группировка угрожала применением зарина в метро г. Сантьяго, если не будет выпущен на свободу генерал Контрерас.

В 1997 году Салман Радугев обещал применить ОВ против России.

Известен случай отравления в Москве ОВ нервно-паралитического действия бизнесмена Кивилиди и его секретарши.

Судя по всему, боевики Бен Ладена располагают ОВ. В программе их подготовки существует раздел по работе с токсичными веществами и газами типа «Зарин». Террористов обучают приемам изготовления стойких ОВ для заражения водоемов на основе химических препаратов, которые имеются в свободной продаже.

По оценкам командования ВС США в Европе подпольные структуры МФД (Бен Ладан) в Европе располагают зарядными устройствами с ОВ. В этой связи с 1 января 1999 года все подразделения ВС США в Европе и члены их семей получили средства защиты от ХО.

27 июня 1994 года в городе Мицумото (Япония) члены секты «Аум Сенрике» применили ОВ типа «зарин». 7 человек погибло, 144 получили поражения различной степени тяжести.

3 марта 1995 года неизвестным ОВ было отравлено несколько пассажиров электропоезда в г. Иокогама.

20 марта 1995 года террористы практически одновременно в 8.00 утра на 5 линиях токийского метро применили ОВ типа «зарин». Было заражено 16 подземных станций метро, погибло 12 человек, получили отравления различной степени тяжести около 4 тысяч человек.

8 мая 1995 года полиция на станции метро Шинджуки обнаружило устройство с таймером. Оно должно было запустить реакцию с образованием синильной кислоты.

Специалисты по борьбе с терроризмом считают, что наиболее доступными химическими веществами для проведения терактов являются:

- токсичные гербициды и инсектициды;
- АХОВ: хлор, фосген, синильная кислота и другие;
- ОВ: зарин, зоман, ви-икс, иприт, люизит;
- психогенные и наркотические вещества;
- природные яды: стрихнин, рицин.

Эти вещества могут быть похищены с военных складов и из организаций, занятых разработкой и производством средств ПХЗ. Инсектициды, гербициды, фармацевтические препараты, полупродукты органического синтеза могут быть приобретены в сфере производства, хранения, торговли. Раздражающие средства для индивидуальной защиты (газовые баллончики с ХАФ, си-эс, капсаицином и т.д.) могут быть приобретены в торговой сети в больших количествах. Кроме того ОВ могут быть изготовлены нелегально в лабораторных условиях. Так специалисты «Аум Сенрике» получили 6 литров зарина. Они готовились к производству ОВ типа «зоман» и «ви-икс».

Таким образом, получение высокотоксичных химических веществ для проведения терактов не является неразрешимой задачей. Более сложной является задача создания устройств для применения ОВ. Эти устройства должны быть портативны и походить на вещи, которые обычно перевозят пассажиры. В открытой литературе приведено описание двух типов устройств используемых сектой «Аум Сенрике»:

— Два герметичных пластиковых пакета размещенных один в другом и содержащие в себе исходные компоненты для получения зарина. Запуск устройства осуществляется прокалыванием пакетов острым наконечником зонтика. Через образовавшееся отверстие происходило смешивание исходных компонентов и образование паров зарина. Данное устройство очень простое, но оно опасно для самого террориста.

— На более высоком техническом уровне было выполнено устройство обнаруженное полицией у турникетов токийского метро. Оно представляло собой небольшой чемодан (50×30×30 см). В нем располагались емкость с ОВ и ультразвуковой вибратор для получения аэрозоля. Для распыления аэрозоля использовался фен для сушки волос. Источником питания служили

аккумуляторы. Была предусмотрена возможность дистанционного включения. Такая конструкция может быть использована не только для заражения воздуха парами ОВ, но и для распыления аэрозоля малолетучих ОВ и БС.

Объектами применения ХО могут быть крупные объекты с большим скоплением людей, а также системы водоснабжения городов, партии продуктов питания и напитков. Особую опасность представляет применение быстродействующих ФОВ в замкнутом объеме помещений с приточно-вытяжной вентиляцией. Большие скорости распространения воздушных потоков с ОВ в местах скопления больших масс людей могут привести к колоссальному числу жертв. Если бы террористы «Аум Сенрике» в помещении станций метро создали облако зарина с концентрацией выше 0,01 мг/л, то все находящиеся на станции пассажиры получили бы смертельное поражение в течение нескольких минут [35].

4. Биологическая безопасность

4.1. Общая характеристика биологического оружия

Биологическое оружие (БО) – это оружие массового поражения, действие которого основано на использовании болезнетворных свойств микроорганизмов и токсинов, способных вызывать различные заболевания и гибель людей, животных и растений. Разработка биологического оружия началась в конце 19 века [36].

Уже в период Первой Мировой войны Германия неоднократно пыталась применять диверсионными методами возбудители сибирской язвы и сапа. Причем главным объектом биологических атак были кавалерийские кони и сельскохозяйственные животные.

В конце 30 годов Япония создала на территории оккупированной Манчжурии научно-исследовательский центр для разработки БО – «Отряд-731». Испытания проводились на пленных гражданах Китая, США, СССР. Погибло 3000 человек. С 1940 по 1944 год японская армия более 11 раз применяла биологическое оружие. Только от чумы погибло 700 человек.

В 1952 году США развязали биологическую войну в Корее и Китае. Применялись возбудители чумы, холеры, сибирской язвы, а также БС уничтожающие посевы.

В 1981 году на Кубе возникла эпидемия лихорадки Денге. Заболело более 300 тысяч человек, погибло 156 человек. Причиной эпидемии явились комары рода *Aedes* выращенные и зараженные американскими специалистами [35].

В 1991 году была угроза того, что Ирак применит вирусы сибирской язвы. Американские военные специалисты считают, что в ходе регионального конфликта из всех биологических агентов наиболее вероятно применение рецептур на основе бактерий сибирской язвы.

По оценкам международных экспертов в настоящее время до 25% всех средств выделенных на биологическую защиту тратится на разработку высокотоксичных микроорганизмов, то есть на то, что можно использовать как «наступательное биологическое оружие».

БО рассматривается, в основном, как оружие стратегического и оперативного назначения. Оно применяется внезапно, массировано, на основе простых планов и при строгом соблюдении единства командования, в сочетании с обычным и ядерным оружием, при тщательном учете боевых свойств и особенностей поражающего действия биологических средств с обеспечением безопасности своих сил.

Применением БО решаются задачи массового поражения людей, с/х животных и посевов. В некоторых случаях биологические средства применяются для порчи техники и материалов.

БО может быть применено противником, как в целях непосредственного поражения людей, так и для создания угрозы их поражения путем длительного заражения местности. БО включает два компонента: биологические средства и средства их применения.

Тенденции развития биологического оружия

Гормональное (биохимическое) оружие. В результате развития биотехнологии стало возможно микробиологическое производство человеческих эндогенных биорегуляторов. Биорегуляторов в организме человека около 10 тысяч, они находятся в микроколичествах (пг/г ткани) и контролируют внутриклеточные процессы обмена веществ. Под их контролем находится психическое состояние, температура, давление и др. При дисбалансе биорегуляторов наступают расстройства, приводящие к потере работоспособности и даже смерти.

Генное оружие. Бурное развитие такой области биотехнологии, как генная инженерия, открыло возможность направленно модифицировать свойства существующих микроорганизмов и даже создавать совершенно новые их виды. Используя методы обмена генетической информации, появилась реальная возможность получать штаммы микроорганизмов, имеющие измененную антигенную структуру и отличительные свойства:

повышенную вирулентность, устойчивость к действиям внешних факторов и лекарственных препаратов.

Кроме того, разработанные методы микроинкапсулирования биоагентов позволяют значительно увеличить аэриобиологическую стабильность наиболее мелких частиц биологического аэрозоля и обеспечить более глубокое проникновение их в органы дыхания, а отсюда и более высокую степень поражения. Это открывает возможность использовать в качестве оружия инкапсулированный генетический материал – вирусные инфекционные нуклеиновые кислоты, которые, попадая в клетки тканей человека (животных), заставляют их синтезировать вирусные частицы и тем самым вызывают инфекционное заболевание.

Этническое оружие. Является разновидностью биологического оружия. Обладает избирательной способностью поражения отдельных этнических групп. Примером является заболевание «кокцидиозная гранулема» вызывающая у белых смертность лишь 5%, а у негров – до 60%.

4.2. Характеристика биологических средств.

Номенклатура биологических средств.

Основу поражающего действия БО составляют специально отобранные для боевого применения БС (бактерии, вирусы, риккетсии, грибки), способные при попадании в организм вызывать массовые тяжелые заболевания и гибель людей и животных, поражения посевов, повреждение техники и материалов. К БС относятся:

- патогенные микроорганизмы для поражения людей (табл.4.1), животных и посевов;
- насекомые – вредители с/х культур;
- грибки и бактерии для повреждения техники и горюче-смазочных материалов.

Таблица 4.1.

Биологические средства, применяемые для поражения людей

Бактерии	Риккетсии	Вирусы	Грибки
1. Сибирская язва	7. Сыпной тиф	9. Натуральная оспа	Микозы
2. Чума	8. Ку-лихорадка	10. Лихорадка Марбург	
3. Туляремия		11. Лихорадка Эбола	
4. Бруцеллез		12. Желтая лихорадка	
5. Сап		13. Лихорадка денге	
6. Мелиоидоз		14. Лихорадка Ласса	
		15. Венесуэльский энцефаломиелит	

		лошадей (ВЭЛ)	
--	--	---------------	--

Биологические средства, применяемые для поражения животных и сельскохозяйственных посевов

Для поражения с/х животных используют: чуму крупного рогатого скота, чуму свиней, чуму птиц, африканскую лихорадку свиней, оспу овец, сибирскую язву, сап, лихорадку долины Рифт.

Для поражения посевов сельскохозяйственных культур используются: возбудители ржавчины хлебных злаков, фитофтороза картофеля, пирикуляриоза риса, гоммоза сахарного тростника, хлопчатника; из насекомых-вредителей растений применяют колорадского жука, саранчу и гессенскую муху.

Биологические средства, применяемые для повреждения техники и материально-технических средств

Для повреждения электроизоляции, радиоизоляции и радиоэлектронного оборудования применяют плесневые грибы *Aspergillus* и бактерии рода *Mycobacterium*.

Для повреждения горюче-смазочных материалов применяют бактерии рода *Cladosporium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Pseudomonas*.

Для ускорения коррозии металлов и сплавов применяют железобактерии и серобактерии [36].

Параметры биологических средств

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать БС отнесем: тактическое назначение, контагиозность, боевое применение, быстроедействие, продолжительность потери боеспособности.

По тактическому назначению БС можно разделить на:

— БС смертельного действия (сибирская язва, чума – при заражении этими болезнями смертность может составить до 100% от числа пораженных);

— БС временно выводящие из строя (туляремия, бруцеллез, лихорадки, энцефалиты – при заражении этими болезнями смертность не превышает 40%);

— БС предназначенные для поражения с/х культур (насекомые-вредители с/х культур, возбудители болезней культурных растений);

— БС предназначенные для поражения с/х животных;

— БС предназначенные для вывода из строя техники и материалов.

Контагиозность БС состоит в их способности передаваться от пораженных к окружающим здоровым людям через воздух, укусы насекомых и т.п. То есть в их способности вызывать эпидемии.

К контагиозным заболеваниям (вызывающим эпидемии) относятся: чума, натуральная оспа, холера, такие разновидности геморрагических лихорадок как Марбург, Эбола, Ласса.

К неконтагиозным заболеваниям относятся: сибирская язва, бруцеллез, ку-лихорадка, желтая лихорадка, энцефалиты, такие разновидности геморрагических лихорадок как Аргентинская, Боливийская, Конго-Крымская.

К способам боевого применения БС относятся:

- распыление аэрозолей для заражения воздуха и местности;
- заражение воды, пищи и предметов домашнего обихода БС в жидком и твердом виде;
- рассеивание зараженных насекомых, таких как комары (желтая лихорадка, лихорадка денге), клещи (туляремия, ку-лихорадка), блохи (чума).

Быстродействие БС – характеризуется продолжительностью инкубационного периода, то есть периода, когда заболевший сохраняет боеспособность и не подозревает о том, что он болен. Наиболее часто инкубационный период продолжается от 2 до 5 суток. Например: чума, туляремия – 3 дня, сибирская язва – 1...7 дней, желтая лихорадка – 5 дней, геморрагические лихорадки – 3...14 дней.

Продолжительность потери боеспособности при поражении БС может составить срок от одной недели до нескольких месяцев, в зависимости от вида болезни и степени её тяжести.

Характеристика боевых свойств некоторых биологических средств (БС), которые могут быть использованы противником, для поражения людей приведена в табл.4.2.

Для боевого применения используются биологические рецептуры, представляющие собой смесь (взвесь) БС, питательной среды или ее остатков, а также наполнителей и стабилизирующих добавок, которые предназначены для повышения устойчивости живых микроорганизмов при хранении, аэрозолировании и во внешней среде.

Таблица 4.2.

Параметры вирусных биологических агентов

Тип БС	Натуральная оспа	ВЭЛ	Желтая лихорадка	Лихорадка Денге
--------	------------------	-----	------------------	-----------------

Такт.назначение	ВВС	ВВС	ВВС	ВВС
Контагиозность.	К	НК	НК	НК
Боевое применение	Р а с п ы л е н и е в в о з д у х е			
	Заражение воды и предметов домашнего обихода	Комары	Комары	Комары
		-	-	-
Инкубац. период, сутки	14	5	5	15
Прод. потери БС, сут.	до 24	до 10	до 14	до 45

Параметры бактерицидных биологических агентов

Тип БС	Чума	Сибирская язва	Туляремия	Бруцеллез
Такт.назначение	Смерть	Смерть	ВВС	ВВС
Контагиозность	К	НК	НК	НК
Боевое применение	Распыление в воздухе. Заражение воды и пищи			
	Заражение предметов дом.обихода		-	-
	Блохи	-	Клещи	
Инкуб.период, сутки	3	3	3	7-30
Прод. потери БС, сутки	45 - 60	до 60	до 60	до 30

Параметры риккетсионных биологических агентов

Тип БС	Ку-лихорадка	Сыпной тиф
Тактическое назначение	ВВС	ВВС
Контагиозность	НК	НК (К - в опред. условиях)
Боевое применение	Клещи	Вши
	Распыление в воздухе	
Инкубационный период, сутки	15	14
Продолжительность потери БС, сутки	до 45	до 24

4.3. Характеристика болезней

1. СИБИРСКАЯ ЯЗВА, Anthrax. Возбудитель – бактерия *Bacillus anthracis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде высокая. Средний инкубационный (скрытый) период – 3 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 60 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 100 % (БС смертельного типа). Контагиозность – отсутствует. Сибирская язва зоонозное

заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Различают кожную и легочную форму.

При кожной форме в области входных ворот инфекции появляется зудящее красное пятно, затем на его месте образуется черный струп с углублением в центре. По виду струп напоминает уголь, что и послужило основанием для названия сибирской язвы по латыни Anthrax (уголь). Через две недели струп отторгается и под ним обнаруживается язва, которая быстро рубцуются. При тяжелой степени заболевания возникают кровавый кашель, понос и смертельный исход.

При легочной форме – озноб, повышение температуры, чувство стеснения в груди, насморк, кашель, одышка, воспаление легких, плеврит, через 2-3 дня смерть [37].

2. ЧУМА, Pestis. Возбудитель бактерия *Yersinia pestis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода, рассеивание искусственно зараженных блох. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 3 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 45...60 сут. Без лечения смертность заболевания может составить – 100 % (БС смертельного типа). Контагиозность высокая. Чума – зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Им болеют грызуны – крысы, суслики, мыши. Чума – это особо опасное инфекционное заболевание, в 14 веке за пять лет умерло 50 миллионов человек. Существует две формы чумы: бубонная и легочная. При вдыхании чумных микробов развивается легочная форма: сильный озноб, лихорадка, речь невнятная походка шатающаяся, бред, кома, смерть.

3. ТУЛЯРЕМИЯ. Возбудитель бактерия *Francisella tularensis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, рассеивание искусственно зараженных членистоногих переносчиков (клещей). Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный период – 3...6 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 60 суток. Без лечения смертность заболевания может составить – 5...50 %. Контагиозность отсутствует. Туляремия зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Сильная лихорадка, головная боль, рвота, сыпь, бронхопневмония.

4. БРУЦЕЛЛЕЗ. Возбудитель бактерии *Brusellasuis, brusellamelitensis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный период – 7...21 сутки. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток при острой форме. Без лечения смертность заболевания может составить до 10%. Контагиозность – отсутствует. Бруцеллез зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Лихорадка, поражение опорно-двигательного аппарата.

5. САП Возбудитель бактерия *Pseudomonasmallei*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 3-5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 70 %. Контагиозность – отсутствует.

6. МЕЛИОИДОЗ Возбудитель бактерия *Pseudomonaspseudomallei*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...10 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 90 %. Контагиозность – отсутствует.

7. СЫПНОЙ ТИФ. Возбудитель риккетсия *Rickettsiaprowazekii*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных вшей. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 13 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 40 %. Контагиозность – отсутствует. Сыпной тиф – кровяная (трансмиссивная) инфекция.

8. КУ-ЛИХОРАДКА. Возбудитель риккетсия *Coxiellaburnetii*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных клещей-переносчиков. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 15 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 2 %.

Контагиозность – отсутствует. Ку-лихорадка – кровяная (трансмиссивная) инфекция.

9. НАТУРАЛЬНАЯ ОСПА. Возбудитель вирус Poxvirusvariolaе. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды и предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 12 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 40 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50 % (среди иммунизированных 6...10%). Контагиозность – **очень высокая**. Натуральная оспа является заболеванием дыхательных органов (инфекция дыхательных путей).

10. ГЕМОМРАГИЧЕСКАЯ ЛИХОРАДКА МАРБУРГ. Возбудитель вирус Marburgvirus. Способ распространения в условиях биологической войны - распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 3...9 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 30 %. Контагиозность – высокая. Это кровяная (трансмиссивная) инфекция.

11. ГЕМОМРАГИЧЕСКАЯ ЛИХОРАДКА ЭБОЛА. Возбудитель вирус Ebolavirus. Способ распространения в условиях биологической войны - распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...7 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50...80 %. Контагиозность относительно высокая. Это кровяная (трансмиссивная) инфекция.

12. ГЕМОМРАГИЧЕСКАЯ ЛИХОРАДКА ЛАССА. Возбудитель вирус Lassafevervirus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...7 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50 %. Контагиозность относительно высокая. Это кровяная (трансмиссивная) инфекция.

Геморрагические лихорадки стали известны в конце 40-ых годов. Важнейший клинический признак – геморрагический синдром. Он выражается в кровоизлияниях в кожу и слизистые оболочки, появление крови в моче. Смерть наступает в результате кровотечений и кровоизлияний во внутренние органы.

13. ЖЕЛТАЯ ЛИХОРАДКА. Возбудитель вирус Yellowfevervirus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 20 %. Контагиозность – отсутствует.

14. ЛИХОРАДКА ДЕНГЕ. Возбудитель вирус Denguevirus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 35 суток. Без лечения смертность заболевания может составить около 1 %. Контагиозность отсутствует.

15. ВЕНЕСУЭЛЬСКИЙ ЭНЦЕФАЛОМИЕЛИТ ЛОШАДЕЙ, (ВЭЛ) Возбудитель вирус Venezuelanequineencephalomyelitisvirus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 14 суток. Без лечения смертность заболевания составит около 1 %. Контагиозность отсутствует.

4.4. Характеристика средств применения биологических агентов

В настоящее время противник располагает современной системой технических средств применения биологических рецептур (БР) и их доставки к цели. Эти средства позволяют поражать любые объекты на территории противника. К средствам применения БС относятся биологические боеприпасы, энтомологические боеприпасы и диверсионные средства.

К биологическим боеприпасам относятся: биологические бомбы, распылительные авиационные приборы, генераторы биологических аэрозолей, биологические боевые части оперативно-тактических и крылатых ракет.

К энтомологическим боеприпасам относятся авиационные энтомологические бомбы и энтомологические контейнеры.

К диверсионным средствам относится малогабаритное диверсионное снаряжение, включающее портативные генераторы аэрозолей и распыливающие пеналы.

Технические средства применения БР могут быть кассетного и бакового типа. Технические средства применения БР кассетного типа основаны на использовании биологических бомб малого калибра взрывного принципа действия, которые образуют при срабатывании облако биологического аэрозоля.

Технические средства применения бакового типа представляют собой различные выливные и распыливающие приборы, предназначенные для диспергирования БР. Работа приборов такого типа состоит в выбросе БР над поверхностью земли в открытую атмосферу в виде аэрозольного облака, которое распространяется над целью.

В качестве носителей БО могут быть использованы пилотируемые и беспилотные летательные аппараты, автоматические аэростаты и даже подводные лодки.

Доставка технических средств применения может осуществляться стратегическими, оперативно-тактическими и крылатыми ракетами, самолетами стратегической и тактической авиации.

4.5. Биологический терроризм

В последние годы увеличилось количество применения БО диверсионными методами при проведении террористических актов.

1. В 1972 году в США при аресте фашистской группы «Орден восходящего солнца» было изъято более 30 кг культуры возбудителя брюшного тифа. Ее планировали использовать для заражения системы водоснабжения города Чикаго и других городов США.

2. В «Комсомольской правде» 15.10.99г. описан случай, когда в 1995 году диверсанты из таджикской оппозиции заразили желтухой почти весь личный состав одного из ракетных дивизионов 201 миротворческой дивизии. (Закачали в арбузы и персики мочу больных желтухой).

3. В 2001 году в США по почте рассылались письма со спорами порошка сибирской язвы. Несколько человек погибло, несколько десятков человек заболело. За считанные дни раскупили все противогазы и медицинские средства защиты от язвы.

Специалисты по борьбе с терроризмом считают, что наиболее доступными биологическими агентами для проведения терактов являются:

- возбудители опасных инфекций (сибирской язвы, натуральной оспы, туляремии и др.);

- токсины (ботулотоксины, нейротоксины).

Биологические агенты могут быть похищены из учреждений осуществляющих производство вакцинных препаратов от особо опасных инфекций. Кроме того, БА могут быть получены нелегально в лабораторных условиях. Специалисты из секты «Аум Сенрике» планировали работы по получению ряда биологических рецептов.

Объектами применения биологических агентов могут быть крупные объекты с большим скоплением людей, а также системы водоснабжения городов, партии продуктов питания и напитков [35].

5. Система средств РХБ защиты

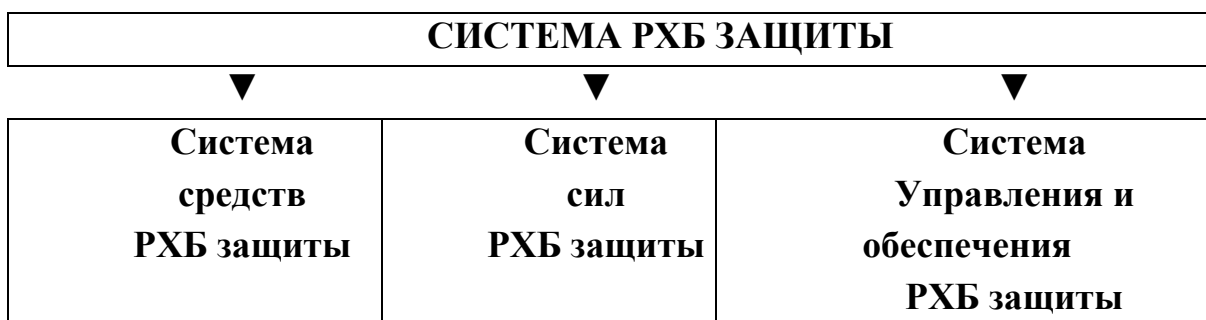
5.1. Классификация средств РХБ защиты

5.1.1. Деление средств РХБ защиты на классы

Защита объекта – это комплекс мероприятий и действий по обеспечению требуемого (приемлемого) уровня устойчивости функционирования объекта при воздействии на него поражающих факторов оружия, природных и техногенных опасностей.

Исходя из этого определения, под **РХБ защитой объекта** можно понимать комплекс мероприятий и действий по обеспечению требуемого уровня устойчивости функционирования объекта при воздействии на него радиационных, химических и биологических поражающих факторов оружия, природных и техногенных опасностей.

Для решения задач РХБ защиты создается система РХБ защиты. Она, в свою очередь, состоит из трех систем более низкого порядка, а именно, системы средств, системы сил и системы управления и обеспечения.



Раскроем содержание понятия «**система средств РХБ защиты**», то есть дадим этому понятию определение. С нашей точки зрения целесообразно будет дать такое определение, которое раскрывало бы

существенные признаки рассматриваемого понятия. В логике такое определение называется явным. Наиболее распространенным видом явных определений является определение через род и видовое отличие. Чтобы получить такое определение необходимо подвести определяемое понятие под более широкое по объему понятие (родовое понятие) и указать признак, отличающих данный предмет от других видов, входящих в данный род (то есть указать видовое отличие).

За родовое понятие можно принять понятие **система приборов, комплектов, установок и комплексов**, а за видовое отличие предназначение рассматриваемых средств **выполнять мероприятия по защите населения и сил ГОЧС от РВ, БТХВ, АХОВ и БС**.

Приведенные суждения позволяют сформулировать следующее определение понятия «система средств РХБ защиты»:

Под системой средств РХБ защиты будем понимать систему приборов, комплектов, установок и комплексов предназначенных для выполнения мероприятий по защите населения и сил ГОЧС от РВ, БТХВ, АХОВ и БС.

После формулирования определения понятия необходимо раскрыть его объем. Логическая операция, раскрывающая объем понятия называется делением. Для проведения операции деления необходимо выбрать основание деления, то есть тот признак, по которому производится деление.

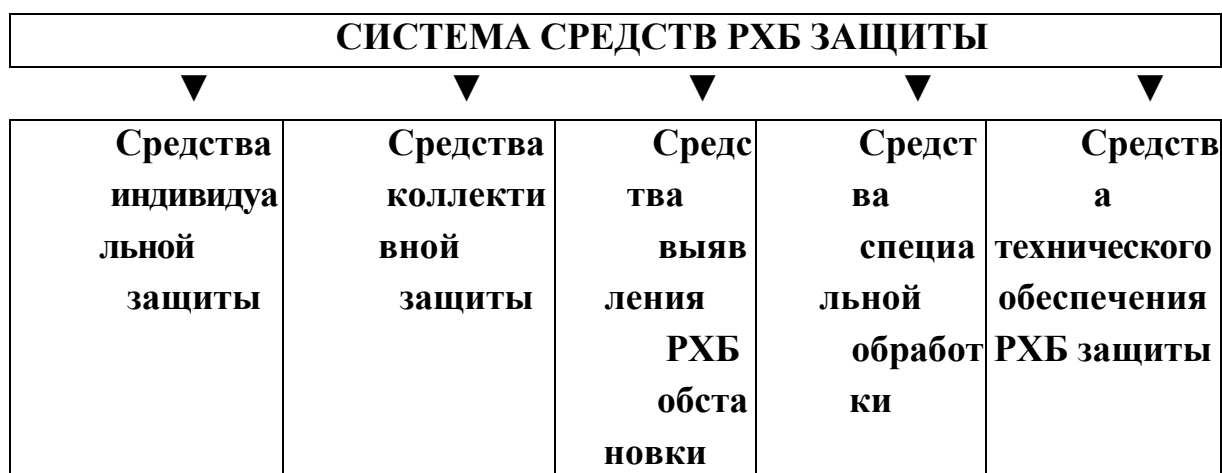
Возьмем в качестве основания деления мероприятия входящие в комплекс РХБ защиты:

- индивидуальная защита органов дыхания и кожи при нахождении в зонах заражения;
- коллективная защита людей при загрязнении атмосферы;
- выявление РХБ обстановки;
- специальная обработка поверхностей и сред;
- техническое обеспечение РХБ защиты.

При таком основании деления система средств РХБ защиты разделится на следующие группы:

1. Средства индивидуальной защиты.
2. Средства коллективной защиты.
3. Средства выявления и оценки радиационной, химической и биологической обстановки.
4. Средства специальной обработки.
5. Средства технического обеспечения РХБ защиты.

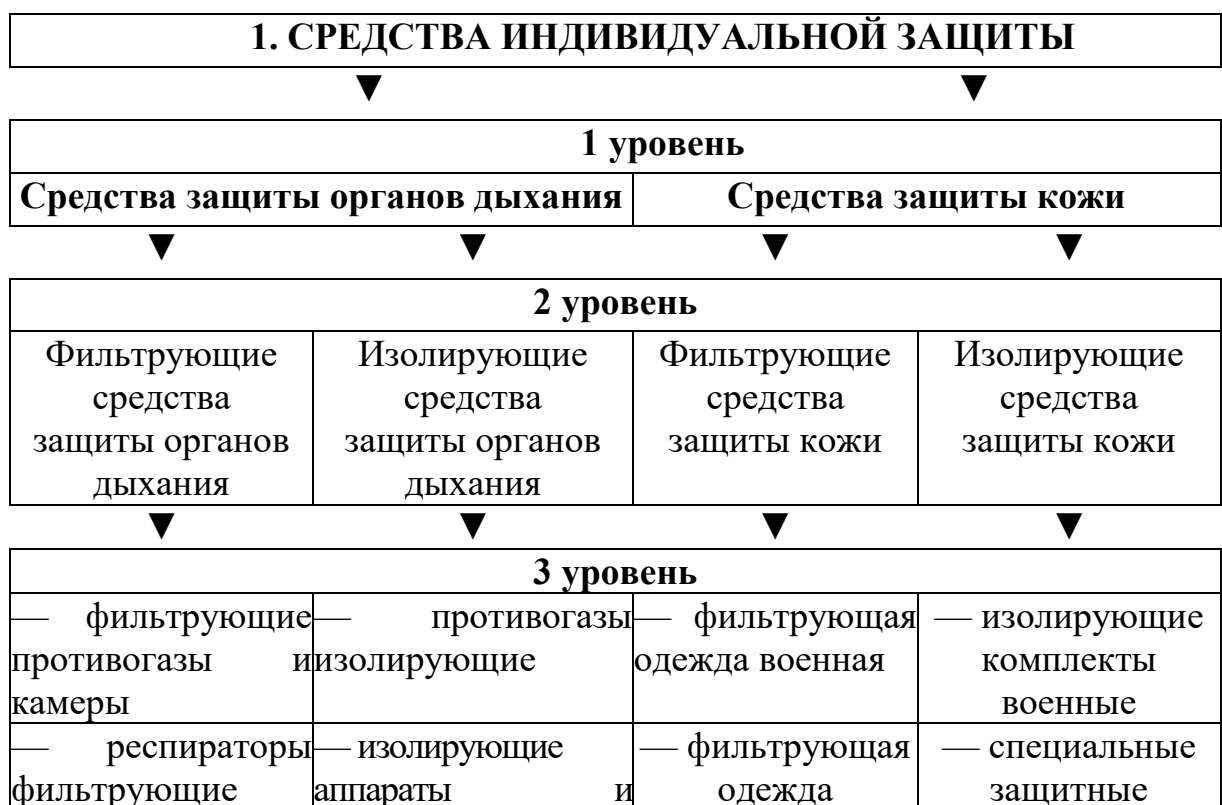
Представим схему деления:



Данная схема соответствует всем четырем правилам деления:

- оно произведено по одному признаку;
- является полным (объем членов деления равен в сумме объему делимого понятия);
- члены деления исключают друг друга;
- деление является непрерывным, то есть, нет переходов от деления на виды одного порядка к делению на виды другого порядка (нет скачков в делении).

5.1.2. Структура системы средств РХБ защиты



	респираторы	гражданская	комплекты спасателей
— самоспасатели фильтрующие	— самоспасатели изолирующие		
— простейшие средства защиты	— противогазы шланговые	— подручные средства защиты кожи	
▼	▼	▼	
4 уровень (конкретные образцы средств)			

2. СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ		
▼	▼	▼
1 уровень		
Средства очистки воздуха	Средства регенерации воздуха	Средства контроля газового состава воздуха
▼	▼	▼
2 уровень		
— фильтро-вентиляционные установки; — фильтро-вентиляционные агрегаты.	— регенерационные установки; — регенеративные патроны.	— стационарные газоанализаторы — переносные газоанализаторы
▼	▼	▼
3 уровень (конкретные образцы средств)		

3. СРЕДСТВА ВЫЯВЛЕНИЯ РХБ ОБСТАНОВКИ			
▼	▼	▼	▼
1 уровень			
Приборы выявления радиационной обстановки	Средства выявления химической и биологической обстановки	Комплексы выявления РХБ обстановки	Средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке
▼	▼	▼	▼
2 уровень			
Измерители мощности дозы	Средства индивидуального химического контроля	Автомобильные комплексы РХБ разведки	Комплекты средств малой механизации
Поисковые приборы	Приборы химической разведки	Автомобильные комплексы лабораторного контроля	Автомобильные комплексы сбора и обработки

Универсальные радиометры	Автоматические приборы химической разведки	Воздушные и морские комплексы РХБ разведки	данных
Спектрометры	Переносные химические лаборатории и пробоотборники	Стационарные комплексы РХБ разведки и контроля	Метеокомплекты
Измерители дозы			

▼ ▼ ▼ ▼

3 уровень (конкретные образцы средств)

4. СРЕДСТВА СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

▼ ▼ ▼

1 уровень

Средства прямого назначения	Средства двойного назначения	Препараты для спецобработки
------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

▼ ▼ ▼

2 уровень

Машины и установки для спецобработки	Пожарная техника	Дезактивирующие препараты Дегазирующие препараты
Приборы и комплекты для спецобработки	Техника коммунального хозяйства	Дезинфицирующие препараты Инсектицидные препараты
Пакеты для спецобработки	Строительная и дорожная техника	Защитные препараты Локализирующие препараты
	Сельскохозяйственная техника	
	Машины общего назначения	

▼ ▼ ▼

3 уровень (конкретные образцы средств и препаратов)

5. СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РХБ ЗАЩИТЫ

▼ ▼

1 уровень

Установки для поверки и контроля технического состояния средств РХБ защиты	Комплекты для ремонта средств РХБ защиты
--	--

▼ ▼

2 уровень (конкретные образцы средств)

5.2. Средства индивидуальной защиты

Среди вооружения и средств РХБ защиты очень важное место занимают средства индивидуальной защиты. Они позволяют людям выживать и функционировать в условиях РХБ заражения.

Средства индивидуальной защиты включают средства индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующие и изолирующие) и средства индивидуальной защиты кожи (фильтрующие и изолирующие).

5.2.1. Фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания

Фильтрующие противогазы (ФП) предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от вредных химических веществ, радиоактивных веществ и биологических аэрозолей. Принцип их действия основан на изоляции органов дыхания от окружающей среды и очистке вдыхаемого воздуха от токсичных аэрозолей и паров в фильтрующе-поглощающей системе. ФП не обогащают вдыхаемый воздух кислородом, поэтому их можно использовать в атмосфере, содержащей не менее 17 % кислорода (по объему)[38]. Фильтрующие противогазы делятся на общевоинские, гражданские и промышленные.

Таблица 5.1.

Фильтрующие противогазы и камеры защитные детские

Общевойсковые фильтрующие противогазы	Гражданские противогазы		Промышленные противогазы
	взрослые	детские	
РШ-4	ГП-5, ГП-5М	ДП-6, ДП-6М	ППФ-95, (95М)
ПМГ, ПМГ-2, ПБФ	ГП-7, ГП-7В	ПДФ-7	ПФМ-1
ПМК, ПМК-2	ГП-7ВМ	ПДФ-Д,(Ш) ПДФ-2Д,(2Ш)	Противогаз большого габарита
Гопкалитовый патрон ДП-1 КДП	ДПГ-1 ДПГ-3	Камеры защитные детские (КЗД-4, КЗД-6)	ППФМ-92 ПФМГ-96
Противогаз фильтрующий ВК (вместо ГП с ДПГ-3)			ПФСГ-98 Супер

Общевойсковые фильтрующие противогазы

Общевойсковые фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от ОВ, РП, БА.

Противогаз состоит из лицевой части и фильтрующе-поглощающей системы (ФПС), которые соединены между собой непосредственно или с помощью соединительной трубки.

В комплект противогаза входят сумка и незапотевающие пленки, а также, в зависимости от типа противогаза, могут входить мембраны переговорного устройства, трикотажный гидрофобный чехол, накладные утеплительные манжеты, водонепроницаемый мешок, крышка фляги с клапаном и бирка [34].

Фильтрующе-поглощающая система (ФПС) предназначена для очистки вдыхаемого воздуха от аэрозолей и паров ОВ, РП, БА. Очистка воздуха от аэрозолей осуществляется противогазовым фильтром, а от паров поглощающим слоем угля-катализатора.

У противогазов различных типов ФПС может быть выполнена либо в виде фильтрующе-поглощающей коробки (ФПК), либо в виде фильтрующе-поглощающего элемента (ФПЭ). В определенных условиях ФПС может состоять из ФПК и дополнительного патрона.

Дополнительные патроны и ФПК имеют цилиндрический металлический корпус с дном и крышкой, герметизируемый при хранении резиновой пробкой и металлическим колпачком с резиновой прокладкой.

Лицевая часть (шлем-маска или маска) предназначена для защиты лица и глаз от ОВ, РП, БА, подвода к органам дыхания очищенного воздуха и сброса в атмосферу выдыхаемого воздуха. Она состоит из корпуса, очкового узла, клапанной коробки, обтекателей и системы крепления на голове. Может также оборудоваться подмасочником, обтюратором, переговорным устройством и системой для приема жидкости. Лицевые части изготавливаются из резины серого или черного цвета.

Система для приема жидкости предназначена для приема воды и жидкой пищи в надетом противогазе из штатной фляги. Она состоит из загубника, штуцера, резиновой трубки, ниппеля и крышки фляги с клапаном. Крышку фляги с клапаном устанавливают на флягу взамен обычной крышки. Остальные элементы системы расположены на лицевой части.

Комплект дополнительного патрона КДП

Комплект дополнительного патрона КДП предназначен для защиты органов дыхания от оксида углерода и радиоактивной пыли. Он состоит из: дополнительного патрона ДП-2; противоаэрозольного фильтра; пакета с

герметизирующим кольцом для противоаэрозольного фильтра;
соединительной трубки и сумки.

Патрон ДП-2 обеспечивает защиту от угарного газа при концентрации его в воздухе до 0,25% с кратковременным, не более 15 мин, пребыванием в атмосфере до 1% СО.



ПМГ



ПМГ-2



РШ-4



ПБФ



ПМК



ПМК-2

Рис. 5.1. Общевоинские фильтрующие противогазы.

Гражданские противогазы

Гражданские противогазы защищают от ОВ, РВ и БА, а также от таких АХОВ как хлор, сероводород, сернистый газ, соляная кислота, синильная кислота, тетраэтилсвинец, этилмеркаптан, нитробензол, фенол, фурфурол, фосген, хлорэтан. С целью расширения возможностей противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3.

Дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3. обеспечивают защиту от паров, газов и аэрозолей АХОВ. Время работы 30...60 мин при средней нагрузке (30 л/мин).

ДПГ-3 предназначен для защиты от аммиака, диметиламина, сероуглерода, сероводорода, хлористого водорода, этилмеркаптана, а ДПГ-1 защищает, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, метила хлористого, окиси углерода.

В комплект дополнительных патронов ДПГ-1 или ДПГ-3 входят соединительная трубка и вставка. Патрон имеет цилиндрическую форму и внешне похож на ФПК ГП-5 и ГП-7к.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты, специальный поглотитель и гопкалит. Внутри патрона ДПГ-3 только один слой поглотителя. Сопротивление потоку воздуха не более 10 мм вод.ст., при расходе 30 л/мин. Масса патрона ДПГ-1 – не более 500 г, ДПГ-3 – не более 350 г.

Время защитного действия для ГП-5 и ГП-7 с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3, при скорости воздушного потока 30 л/мин,

относительной влажности воздуха 75% и температуры окружающей среды от -30 до $+40$ °С, составляет от 0,5 часа до 5 часов [39].

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5

ГП-5 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица от отравляющих веществ, биологических аэрозолей, радиоактивной пыли.

В состав комплекта гражданского фильтрующего противогаза ГП-5 входят два основных элемента:

- фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5;
- лицевая часть ШМ-62у;
- сумка;
- наружными утеплительными манжетами НМУ-1;
- коробка с незапотевающими пленками.

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта.

Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потока воздуха.

Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и имеют одностороннее желатиновое покрытие. Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняется прозрачность пленки.

Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже -10 °С. Манжета надевается на ободу очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем-маски от замерзания.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5м

Противогаз ГП-5м отличается от противогаза ГП-5 шлем-маской. В его комплект входит шлем-маска ШМ-66му. Она имеет переговорное устройство мембранного типа и вырезы для ушей.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7

Противогаз ГП-7 предназначен для защиты органов дыхания, лица и глаз взрослого населения от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и биологических аэрозолей.

В его состав входят:

- фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к;
- лицевая часть в виде маски гражданского противогаза (МГП);
- сумка;
- гидрофобный трикотажный чехол;
- коробка с незапотевающими пленками;
- утеплительные манжеты.

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками.

Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с наголовником в виде резиновой пластины с пятью лямками и уступами для регулирования. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на противогазовую коробку и служит для предохранения ее от заражения, снега, пыли и влаги.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7В

В его состав входит лицевая часть МГП-В, которая аналогична лицевой части МГП, но дополнительно под переговорным устройством имеет приспособление для приема воды, представляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем. Она может подсоединяться с помощью специальной крышки к фляжке. Таким образом, противогаз ГП-7В дает возможность вести переговоры во время работы и принимать воду и жидкую пищу в зараженной атмосфере.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7ВМ

Противогаз ГП-7ВМ отличается от противогаза ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.



Противогаз ГП-7В



Противогаз ГП-7ВМ

Рис. 5.2. Гражданские фильтрующие противогазы типа ГП-7.

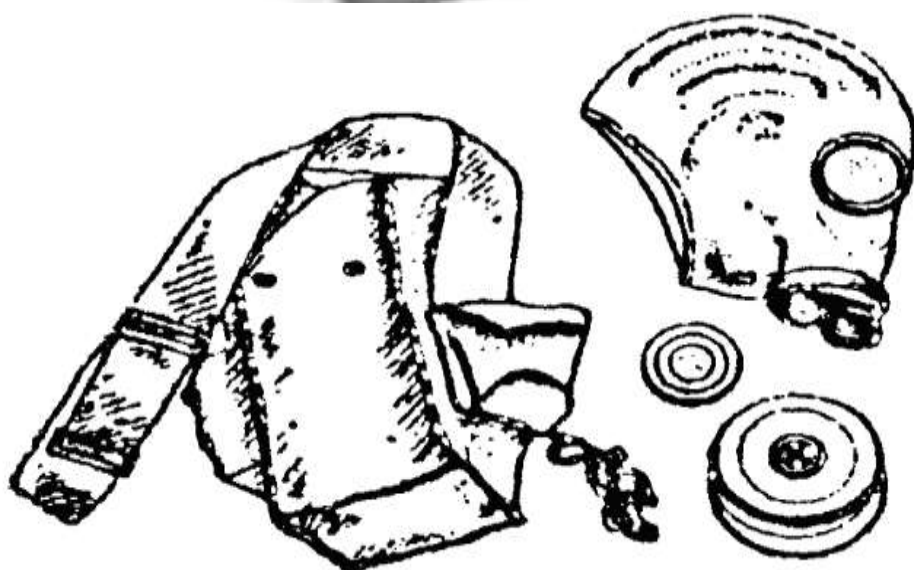


Рис. 5.3. Гражданский противогаз ГП-5.

Детские фильтрующие противогазы и камеры

Существует несколько типов детских противогазов. Для детей младшего возраста (начиная с полутора лет) – противогаз ДП-6М (детский противогаз, тип 6, малый), для старшего – ДП-6 (детский противогаз, тип 6). Более распространен ПДФ-7 (противогаз детский фильтрующий, тип 7). Он предназначен для детей как старшего, так и младшего возрастов. Отличается от ДП-6 тем, что укомплектован ФПК от взрослого противогаза ГП-5. В качестве лицевой части применяются маски МД-1 пяти ростов. Наиболее распространены противогазы ПДФ-Д и ПДФ-Ш (противогазы детские фильтрующие дошкольный и школьный) [40].

Детские фильтрующие противогазы ПДФ-Ш и ПДФ-Д

Детский фильтрующий противогаз ПДФ-Ш предназначен для детей школьного возраста от 7 до 17 лет.

Детский фильтрующий противогаз ПДФ-Д предназначен для детей в возрасте от 1,5 до 7 лет.

Эти противогазы комплектуются фильтрующе-поглощающими коробками ГП-5 и лицевыми частями МД-3 или ШМ-62у.

Лицевая часть МД-3 представляет собой объемную маску из мягкой эластичной резины с очками и наголовником. В корпус маски вмонтирован металлический патрубок, в котором в середине размещается клапан вдоха. На патрубке вдоха крепится соединительная гофрированная трубка. В нижней части корпуса маски находится узел выдоха, в котором размещены два выдыхательных клапана. Клапаны выдоха размещены в пластмассовых седловинах таким образом, что между ними образуется небольшая камера. Фиксация клапанов в резиновой трубке обеспечивается за счет съемной пластмассовой втулки, которая надевается на резиновый патрубок. Снаружи узел выдоха защищен пластмассовым экраном. Корпус маски имеет пять лямок. Наголовник аналогичен лицевой части МГП.

Противогазыдетские ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш

Наиболее совершенными моделями являются ПДФ-2Д и ПДФ-2Ш. В комплект этих противогазов входят: коробка ГП-7к, лицевая часть МД-4, коробка с незапотевающими пленками и сумка. Противогазы ПДФ-2Д комплектуются лицевыми частями 1 и 2 роста, а ПДФ-2Ш – 2 и 3 ростов.

Они предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица детей в возрасте старше 1,5 лет от отравляющих веществ, биологических аэрозолей и радиоактивной пыли (ОВ, ОБВ, РП). Состав. Лицевая часть МД-4, фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, коробка с незапотевающими пленками, сумка для противогаза.

Маска МД-4 выпускается 3-х ростов. Для дошкольников 1-2 рост, для школьников 2-3 рост.

Камера защитная детская КЗД

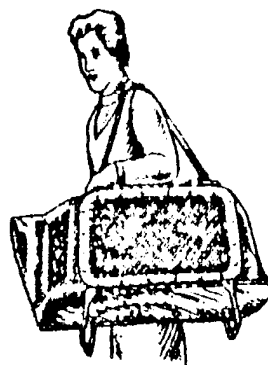
КЗД предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 лет от ОВ, РВ и БС в интервале температур от 30 °С до - 30 °С. В комплект входят: камера защитная детская КЗД; накидка для защиты от атмосферных осадков; картонная коробка и полиэтиленовый мешок для хранения камеры.

Основным узлом камеры является оболочка, которая представляет собой мешок из прорезиненной ткани. Оболочка монтируется на разборном металлическом каркасе, который вместе с поддоном образует кроватку-раскладушку. В оболочку камеры вмонтированы два диффузно-сорбирующих элемента, через которые воздух снаружи, очищаясь, проникает

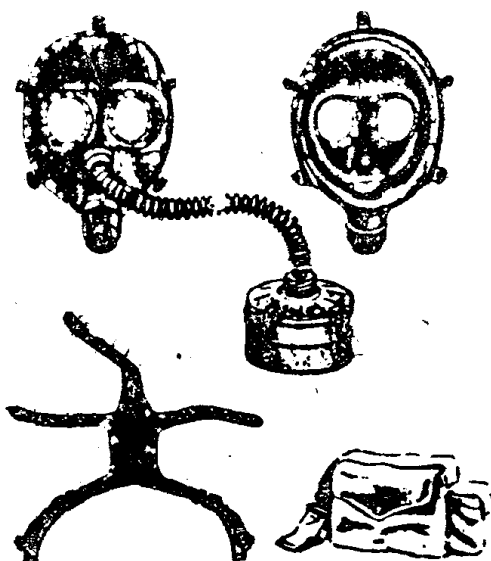
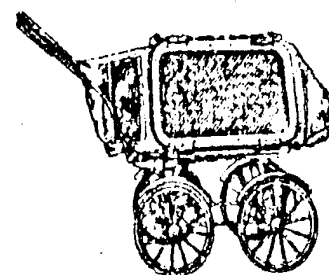
внутри камеры. Для наблюдения за ребенком в оболочке камеры имеется два смотровых окна, а для ухода - рукавицы из прорезиненной ткани. Ребенок помещается в камеру через специальное отверстие, которое герметизируется. Переносится камера с помощью плечевой тесьмы. Непрерывный срок пребывания ребенка в камере – до 6 часов. Подготовленная к использованию камера весит около 4 кг.



Детский противогаз
ПДФ-7

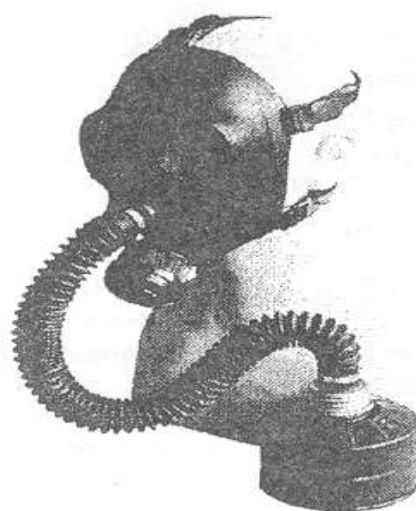


Камера защитная детская КЗД-4



Противогаз ПДФ-Ш

Рис. 5.4. Средства защиты детей.



Дополнительные патроны к гражданским фильтрующим противогазам

Противогазы ГП-5 и ГП-7, ПДФ-7, ПДФ-Д, ПДФ-Ш, ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш защищают от таких АХОВ как хлор, сероводород, сернистый газ, соляная кислота, синильная кислота, тетраэтилсвинец, этилмеркаптан, нитробензол, фенол, фурфурол, фосген, хлорэтан. С целью расширения возможностей

противогазов по защите от АХОВ для них введены дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3.

Дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3. обеспечивают защиту от паров, газов и аэрозолей АХОВ. Время работы 30-60 мин при средней нагрузке (30 л/мин).

ДПГ-3 предназначен для защиты от аммиака, диметиламина, сероуглерода, сероводорода, хлористого водорода, этилмеркаптана, а ДПГ-1 защищает, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, метила хлористого, окиси углерода.

В комплект дополнительных патронов ДПГ-1 или ДПГ-3 входят соединительная трубка и вставка. Патрон имеет цилиндрическую форму и внешне похож на ФПК ГП-5 и ГП-7к.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты, специальный поглотитель и гопкалит. Внутри патрона ДПГ-3 только один слой поглотителя. Сопротивление потоку воздуха не более 10 мм вод.ст., при расходе 30 л/мин. Масса патрона ДПГ-1 – не более 500 г, ДПГ-3 – не более 350 г.

Время защитного действия для ГП-5 и ГП-7 с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3, при скорости воздушного потока 30 л/мин, относительной влажности воздуха 75% и температуры окружающей среды от -30 до $+40$ °С, составляет от 0,5 часа до 5 часов.

Гопкалитовый патрон. Он является дополнительным патроном к противогазам для защиты от окиси углерода. По конструкции напоминает ДПГ-1 или ДПГ-3. Снаряжается осушителем и собственно гопкалитом.

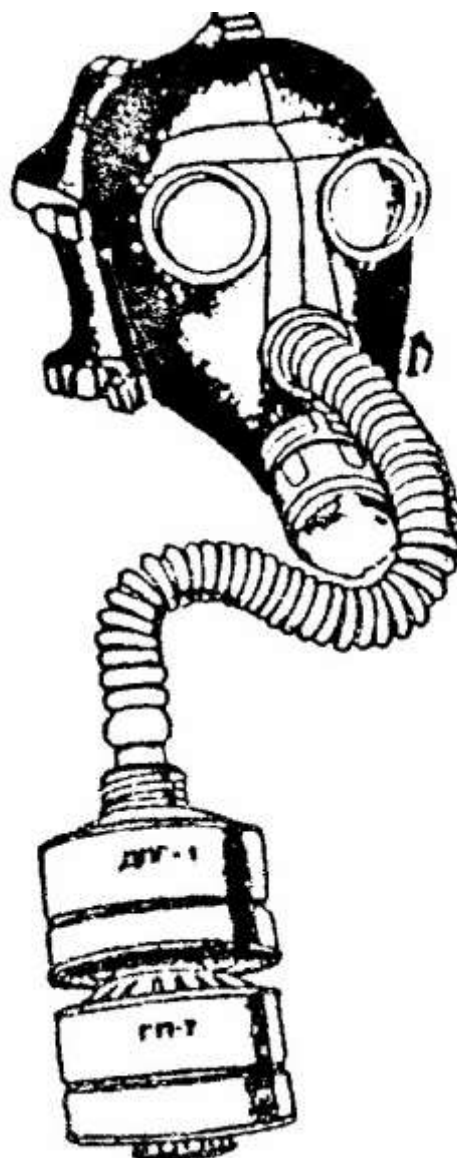
Осушитель представляет собой силикагель, пропитанный хлористым кальцием. Предназначен он для поглощения водяных паров воздуха в целях защиты от влаги гопкалита, который при увлажнении теряет свои свойства.

Гопкалит – смесь двуокиси марганца с окисью меди, выполняет роль катализатора при окислении окиси углерода за счет кислорода воздуха до неядовитого углекислого газа.

На гопкалитовом патроне указывается его начальный вес. При увеличении веса на 20 грамм и более патроном пользоваться нельзя. Время защитного действия при относительной влажности 80% около двух часов. При температуре, близкой к нулю, его защитное действие снижается, а при минус 15 °С и ниже почти прекращается. Масса патрона 750...800 г.



Противогаз ГП-7 с
дополнительным патроном ДПГ-
3



Противогаз ПДФ-2Ш с
дополнительным патроном ДПГ-1



Дополнительный патрон ДПГ-3 с
соединительной трубкой и
пластмассовой вставкой.
Дополнительный патрон поставляется
с соединительной трубкой и без нее.

Рис. 5.5. Дополнительные патроны к гражданским противогазам.

Перспективные типы фильтрующих противогазов

Начальник войск РХБ защиты в своем интервью[41] «Красной звезде» отметил, что современный противогаз имеет существенные отличия от первых образцов, разработанных в конце XIX – начале XX века. Он защищает не только органы дыхания от токсичных веществ, но и глаза, и кожные покровы. В таком противогазе можно принимать воду и жидкую пищу, передавать информацию голосом или с помощью средств связи. По времени непрерывной работы в нем практически нет ограничений.

Уже сегодня заложены концептуальные основы разработки перспективного индивидуального комплекса защиты XXI века. Он будет включать такие наукоемкие, технически сложные системы, как управление многоуровневой защитой и жизнеобеспечением. По совокупности эргономических и эксплуатационных характеристик перспективные отечественные средства защиты будут соответствовать мировому уровню, а по защитным свойствам значительно превосходить лучшие зарубежные аналоги [41].

Одним из перспективных образцов гражданских противогазов является противогаз серии «ВК».



Рис. 5.6.
Противогаз
фильтрующий ВК.

Противогаз фильтрующий ВК

Противогаз ВК предназначен для защиты личного состава сил МЧС России и населения, в т.ч. детей дошкольного и школьного возраста, а также промышленного персонала в условиях ЧС от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП), опасных химических веществ (ОХВ): аммиака, диметиламина, нитробензола, сероуглерода, тетраэтилсвинца, фенола, циан водорода, фурфурола, фосгена, этилмеркаптана, хлора, гидрида серы, хлористого водорода и др.

Состав. Маска МГП (МГП-В), коробка ВК, соединительная трубка, сумка для противогаза. Противогаз ВК является альтернативой гражданским ГП-7 (ГП-7В) и детским противогазам ПДФ-2Д (ПДФ-2Ш) с дополнительным патроном ДПГ-3.

Противогаз ВК может использоваться в условиях чрезвычайной ситуации для защиты промышленного персонала; улучшены эргономические

показатели противогаза ВК (коробка ВК имеет меньшие габаритные размеры и массу при одинаковом уровне защиты по сравнению со сборкой, состоящей из коробки ГП-7к и дополнительного патрона ДПГ-3); уменьшено число сборочных единиц противогаза ВК; повышена надежность противогаза ВК при эксплуатации за счет меньшего числа резьбовых соединений.

Промышленные противогазы

Для защиты спасателей от АХОВ при авариях на химически опасных объектах (ХОО) могут использоваться фильтрующие промышленные противогазы большого и малого габарита. Они имеют строгую направленность (избирательность) и предназначаются для поглощения только конкретных веществ. Коробки промышленных противогазов выпускаются с противоаэрозольным фильтром и без него (марки М и СО). Для поглощения АХОВ целесообразно использовать коробки с ПАФ.

Коробки с индексом «8» имеют сопротивление до 80 Па, без индекса «8» – 180 Па (сопротивление дано для объемной скорости воздушного потока 30 л/мин). Коробки с индексом «Ф» снабжены противоаэрозольными фильтрами. Противогазовые коробки с ПАФ, кроме характерной окраски имеют вертикальную белую полосу [38].

Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия вредных веществ (газов, паров, пыли, дыма, тумана), присутствующих в воздухе. Они используются только при условии что состав и концентрация химических веществ в воздухе известны, а содержание свободного кислорода не менее 16 % (объемных), при этом время защитного действия СИЗОД должно быть достаточным для выполнения работ в зоне заражения, а тепловые эффекты, связанные с поглощением АХОВ, не должны вызывать ожогов верхних дыхательных путей.

Промышленные противогазы комплектуются лицевыми частями ШМП или лицевыми частями от гражданских противогазов. В зависимости от состава вредных веществ противогазовые коробки специализированы по назначению и могут содержать в себе один или несколько специальных поглотителей или поглотитель и аэрозольный фильтр. По внешнему виду коробки различного назначения отличаются окраской и буквенными обозначениями (табл. 5.2).

При пользовании противогазом марки Г необходимо вести учет времени работы каждой коробки. По истечении 100 часов (для марки Г без ПАФ) и 80 часов (для марки Г с ПАФ) они считаются отработанными и должны заменяться новыми.

Отработка фильтрующих коробок марок М и СО определяется по увеличению массы. При увеличении массы коробок М на 35 грамм, а коробок СО на 50 грамм по сравнению с указанной на корпусе коробки считаются отработанными и заменяются новыми.

Защитные свойства промышленных противогазов по АХОВ для коробок большого габарита приведены в табл.5.3. Промышленные противогазы с малогабаритными коробками могут использоваться при концентрациях АХОВ в 2,5 раза ниже указанных в таблице значений.

Таблица 5.2.

Характеристика коробок промышленных противогазов

№	Марка коробки	Опознавательная окраска	Вредные вещества, от которых защищает коробка
1	А	Коричневая	Пары органических и галогенорганических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, анилин, нитросоединения бензола и его гомологов, тетраэтилсвинец), [фосфор и хлорорганические ядохимикаты].
2	В	Желтая	Кислые газы и пары (сернистый газ, сероводород, хлор, хлористый водород, фосген, синильная кислота, окислы азота), [фосфор и хлорорганические ядохимикаты].
3	Г	Двухцветная: черная и желтая по вертикали.	Пары ртути. Также пары органических веществ и хлора, но с меньшим временем защитного действия, чем марки А и В
4	Е	Черная	Мышьяковистый водород (арсин) и фосфористый водород (фосфин). Также кислые газы и пары органических веществ, но с меньшим временем защитного действия, чем марки А и В
5	КД	Серая	Аммиак, сероводород и их смеси. Также

			пары органических веществ и хлора.
6	К	Зеленая	Аммиак, оксид этилена
7	СО	Без ПАФ, белая	Оксид углерода
8	М	Без ПАФ, красная	Оксид углерода и сопутствующие ему в небольших концентрациях пары органических веществ (кроме практически несорбируемых веществ, например, метана, бутана, этана, этилена и др.), кислые газы, аммиак, арсин и фосфин.
9	БКФ	С ПАФ, зеленая с белой вертикальной полосой	Кислые газы и пары органических веществ (с меньшим временем защитного действия, коробки с фильтром Б и А соответственно), арсин, фосфин, синильная кислота в присутствии пыли, дыма и тумана.
10	ВК	Желтая с зеленой полосой	Кислые газы и пары, органические газы и пары, аммиак, оксид этилена, фосфор- и хлорорганические соединения
11	У	Оранжевая	Оксид углерода, оксид этилена, аммиак, органические пары, пары ртути, кислые газы и пары, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты, ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
12	Е	Черная	Мышьяковистый и фосфористый водород
13	ФОС	Зеленая	Парогазообразные фторхлорпроизводные непредельных углеводородов, фреоны и их смеси
14	П-2У	Красная	Пары карбониллов никеля, железа, сопутствующие аэрозоли и оксид углерода
15	Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилпентаборан, диэтилдекаборан и их аэрозоли
16	УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амила, самина, нитромеланжа, амидола
17	ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водород, радиоактивные аэрозоли

Таблица 5.3.

Защитные свойства промышленных противогозов по АХОВ

Наименование АХОВ	Исходная концентрация, мг/м ³	Время защитного действия коробок, мин., и опознавательная окраска					
		А	В	КД	СО	М	БКФ
Аммиак	15000	0	2,2	21	21	40	2,6
Акрилонитрил	10000	180	48	33	-	-	48
Хлор	25000	40	47	37,6	46	43	46
Сернистый ангидрид	14000	-	11,9	-	-	-	-
Окись этилена	10000	3	7	0	37	65	8
Окислы азота	5000	0	60	0	26	38	0
Фосген	22000	22	62	30	34	14	53
Фторводород	5000	30	30	-	30	30	30
Хлорциан	6000	-	-	-	-	-	111
Хлорпикрин	36000	30	-	-	-	-	32
Сероуглерод	17500	50,7	56,9	17	45	38	49,7

Противогаз промышленный фильтрующий малого габарита ПФМГ-96

ПФМГ-96 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица от газообразных и парообразных вредных примесей и аэрозолей при содержании кислорода в воздухе не менее 18 % объемных и не более 0,5% вредных примесей. Он подходит для всех видов производств, а также для эвакуации из зоны аварии. ПФМГ-96 имеет высокие защитные показатели.



Рис. 5.7. Противогаз ПФМГ-96 марки К со сменным фильтром и панорамной маской ППМ-88.

Состав:

— лицевая часть;
— противогазовая коробка без противоаэрозольного фильтра, со встроенным фильтром или со сменным фильтрующим элементом;

— сумка для противогаза.

Противогазовые коробки малого габарита изготавливаются в 3-х исполнениях:

— МК (малая);

— МК1 (сверхмалая);

— МК2(малая со встроенным фильтром).

Отличаются друг от друга высотой, массой, сопротивлением дыханию и защитными показателями.

Противогаз малого габарита с малой коробкой МК имеет высокие защитные показатели по газо- и парообразным вредным веществам.

Противогаз малого габарита со сверхмалой коробкой МК1 имеет улучшенные эргономические показатели по сопротивлению дыханию и массе. По защитным показателям сверхмалая коробка МК1 не уступает традиционным коробкам малого габарита со встроенным фильтром.

Малая коробка со встроенным фильтром МК2 используется в присутствии высокоопасных и мелкодисперсных аэрозолей.

Противогаз промышленный среднего габарита ПФСГ-98 Супер



Рис. 5.8. Противогаз ПФСГ-98
Супер.

Средство защиты при высоких концентрациях вредных веществ. Является альтернативой противогазу большого габарита. Сочетает удобство противогазов малого габарита (небольшие габаритные размеры и масса поглощающих коробок, невысокое сопротивление дыханию) и защитные характеристики противогазов большого габарита. Это достигнуто благодаря новым химическим поглотителям с высокими защитными свойствами.

Состав. Лицевая часть, противогазовая коробка без противоаэрозоль-ного фильтра или со встроенным фильтром, соединительная трубка, сумка для противогаза.

Для защиты от аэрозолей противогазы имеют сменные фильтрующие элементы, которые размещаются на корпусе коробок.

Противогаз большого габарита



Состав: Лицевая часть, противогазовая коробка, соединительная трубка, сумка для противогаса.

Для защиты от аэрозолей по заказу коробки большого габарита могут поставляться с противоаэрозольным фильтром, кроме марок М, СО, ФОС.

Техническая характеристика коробок большого габарита:

Коэффициент проницаемости по «масляному туману»:

- марка ГФ не более 0,0005%
- марка Бне более не более 0,001%
- остальные марки не более 0,01%

Масса 0,8...1,36 кг.

Рис. 5.9. Противогаз большого габарита.

Таблица 5.4.

Комплектация промышленных фильтрующих противогазов

№	Марка коробки	Окраска коробки	ПФСГ 98 супер	ПФМГ 96	ППФМ 92	Большой габарит
1	А	Коричневая	Да	Да	Да	Да
2	В	Желтая	Да	Да	Да	Да
3	БКФ	Защитная с белой полосой	Да	Да	-	Да
4	КД	Серая	Да	Да	Да	Да
5	К	Зеленая	-	Да	Да	-
6	Г	Черная с желтой полосой	-	Да	Да	Да
7	М	Красная	Да	Да	-	Да

8	ВК	Желтая с зеленой полосой	Да	Да	-	-
9	СО	Белая	Да	-	-	Да
10	У	Оранжевая	-	Да	-	-
11	Е	Черная	-	-	-	Да
12	ФОС	Зеленая	-	-	-	Да
13	П-2У	Красная	-	-	-	Да
14	Б	Синяя	-	-	-	Да
15	УМ	Защитная	-	-	-	Да
16	ГФ	Голубая	-	-	-	Да

Фильтрующие респираторы и самоспасатели

Таблица 5.5.

Фильтрующие респираторы и самоспасатели			
Противоаэрозольные	Противогазовы	Универсальные	Самоспасатели
е	е	е	и
ШБ-1 «Лепесток»	РПГ-67	РУ-60 (РУ-60М)	ГДЗК-У
У-2К (Р-2)		РПА-ГП	СПП-4
Ф-62Ш		РОУ	Феникс
Респиратор РВ			
Простейшие средства защиты			
Противопылевые тканевые маски ПТМ-1		Ватно-марлевые повязки	

Противоаэрозольные респираторы

Противоаэрозольные респираторы предназначены для защиты органов дыхания от радиоактивной и грунтовой пыли. Его принцип действия основан на том, что органы дыхания изолируются от окружающей среды полумаской, а вдыхаемый воздух очищается от аэрозолей в пакете фильтрующих материалов.

Противогазовые респираторы предназначены для защиты органов дыхания от различных парогазовых вредных веществ при их содержании в воздухе не выше 10...15 ПДК. Они состоят обычно из полумаски, к которой подсоединяются сменные фильтрующие патроны различных марок.

Респираторы типа ШБ-1 («Лепесток»)

Респираторы ШБ-1 «Лепесток» выпускают трех типов: «Лепесток-200», «Лепесток-40», «Лепесток-5». Для защиты от грубодисперсной пыли (радиус частиц более 3 мкм) применение любого из этих типов респираторов возможно при запыленности, превышающей ПДК не более чем в 200 раз.



Рис. 5.10.«Лепесток-200».

Наиболее эффективным респиратором является **ШБ-1 «Лепесток-200»**. Респиратор противопылевой облегченный «Лепесток-200» предназначен для защиты органов дыхания от различных видов пыли: силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, текстильной, табачной, дустов, порошкообразных удобрений, синтетических моющих средств и других видов промышленной пыли при концентрации их в воздухе не более 100 мг/м^3 и содержании кислорода не менее 18 объемных процентов. Технические характеристики: сопротивление постоянному потоку воздуха не более: 40 Па (4,0 мм вод.ст.); Коэффициент проницаемости по масляному туману не более 0,8%; Масса не более 15 г.

Конструктивно все три типа респиратора одинаковы и представляют собой легкую полумаску из материала ФПП, служащую одновременно фильтром. В нерабочем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность полумаски в рабочем состоянии обеспечивается распоркой и аппретированной наружной марлей. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резинового шнура, вшитого в периметр круга, алюминиевой пластинки, обжимающей переносицу, а также благодаря электростатическому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. Фильтр респиратора «Лепесток-200» изготовлен из материала ФПП-15-1,5. Фильтром в респираторах «Лепесток-40» и «Лепесток-5» служат материалы ФПП-70-0,5 и ФПП-70-0,2 [42].

Респиратор типа У-2К (Р-2)



Рис. 5.11. Респиратор У-2К (Р-2).

Респиратор У-2К (Р-2) предназначен для защиты органов дыхания от радиоактивной и грунтовой пыли при концентрации в воздухе не более 200 мг/м^3 и содержании кислорода не менее 18 объемных процентов.

Его принцип действия основан на том, что органы дыхания изолируются от окружающей среды полумаской, а вдыхаемый воздух очищается от аэрозолей в пакете фильтрующих материалов.

У-2К (Р-2) не защищает от токсичных газов и паров.

Респиратор У-2К выполнен в виде фильтрующей полумаски, снабженной клапанами вдоха и выдоха. Фильтрующей составляющей является фильтрующий материал на основе синтетических ультратонких волокон с устойчивым электростатическим зарядом.

Фильтрующая полумаска респиратора изготовлена из трех слоев материалов. Внешний слой – пенополиуретан защитного цвета, внутренний – воздухонепроницаемая полиэтиленовая пленка с смонтированными двумя клапанами вдоха. Между пенополиуретаном и пленкой расположен слой фильтрующего материала из полимерных волокон. Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и закрыт снаружи экраном. Респиратор имеет носовой зажим, предназначенный для поджима полумаски к лицу в области переносицы. В зависимости от концентрации пыли, влажности и температуры воздуха, физической нагрузки работающего время эксплуатации респиратора составляет до 30 смен. Гарантийный срок хранения респиратора составляет 3 года с момента изготовления. Техническая характеристика: сопротивление постоянному потоку воздуха не более 58 Па (6,0 мм вод.ст.); коэффициент проницаемости по масляному туману, не более 0,8%; масса не более 60 г.

Противогазовые и универсальные респираторы

Противогазовые и универсальные респираторы предназначены для защиты органов дыхания от вредных газо- и парообразных веществ при объемном содержании кислорода не менее 17%. Кроме того, респираторы РУ-60 М и РПА-ГП защищают от аэрозолей в виде пыли, дыма и тумана при концентрации их в воздухе не более 200 мг/м^3 . Респираторы многоразового использования, при отработке патроны заменяют новыми. Респираторы выпускаются по маркам.

Противогазовый респиратор РПГ-67



Рис.5.12. Респиратор РПГ-67.

Противогазовый респиратор РПГ-67 Предназначен для защиты органов дыхания от вредных газопарообразных примесей при их концентрации в воздухе до 10...15 норм ПДК и содержании кислорода не менее 18 %. Респиратор состоит из резиновой полумаски ПР-7, имеющей три отверстия. В два боковых отверстия помещают полиэтиленовые манжеты с клапанами вдоха, в которые устанавливаются сменные фильтрующие патроны различных марок.

В нижнее отверстие помещают седловину с клапаном выдоха, закрытого предохранительным экраном. Респиратор снабжен оголовьем, которое прикрепляется к полиэтиленовым манжетам.

На основе резиновой полумаски выпускаются двухпатронные газозащитные респираторы РПГ-67 марок А, В, Г, КД без аэрозольного фильтра.

Респираторы снабжены сменными поглощающими патронами, которые, при отработке, легко заменяются новыми. Гарантийный срок хранения респираторов РПГ-67 марок А, В, КД составляет 3 года, марок Г-1 год с момента изготовления.

РПГ-67 комплектуется патронами 4 марок, различающихся по составу поглотителей, а по внешнему виду буквенной маркировкой, которая выштампована в центре перфорированной сетки патрона.

Респиратор универсальный РУ-60М



Газопылезащитный респиратор РУ-60М предназначен для защиты органов дыхания от вредных веществ, одновременно присутствующих в воздухе в виде паров, газов, аэрозолей, дымов и туманов, при содержании парогазовых веществ не выше 10...15 ПДК и пыли не более 200 мг/м³ и содержании свободного кислорода не менее 18 %. Выпускаются на основе резиновой полумаски двухпатронные респираторы РУ-

Рис.5.13. Респиратор РУ-60М марок А, В, КД и Г.

Респиратор снабжен сменными фильтрующе-поглощающими патронами, которые после отработки легко заменяются новыми. Патроны выпускаются с пластмассовым или металлическим корпусом. Гарантийный срок хранения респираторов РУ-60М марок А, В, КД составляет 3 года, марки Г-1 год со дня изготовления.

Респиратор состоит из резиновой полумаски ПР-7 с трикотажным обтюратором и двух сменных фильтрующих патронов различных марок, содержащих специализированные поглотители и противозерозольные фильтры из материала ФПП-15. Фильтрующие патроны помещают в полиэтиленовые манжеты с клапанами вдоха, которые крепят к полумаске. В центре полумаски размещен клапан выдоха, закрытый предохранительным экраном. Респиратор удерживается на лице с помощью оголовья, пристегивающегося к полиэтиленовым манжетам.

Общевойсковой универсальный респиратор РОУ

РОУ предназначен для защиты органов дыхания, глаз, лица от термических поражающих факторов, радиоактивной пыли, ОВ в первичном облаке и грунтовой пыли. Принцип его действия основан на изоляции органов дыхания, глаз и кожи лица от окружающей среды и очистки вдыхаемого воздуха от ОВ, радиоактивной и грунтовой пыли.

Самоспасатели

Газодымозащищенный комплект ГДЗК-У

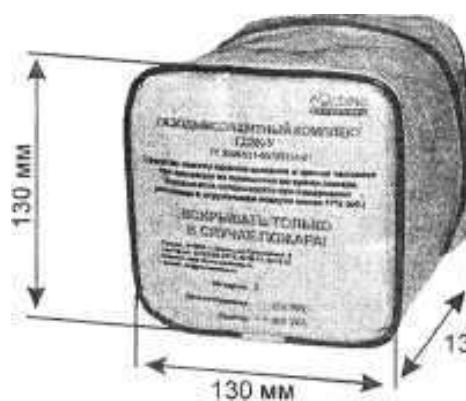
Комплект ГДЗК-У предназначен для индивидуальной защиты органов дыхания, зрения и головы взрослых и детей старше 12 лет от токсичных продуктов горения в качестве средства самоспасения при эвакуации из

задымленных помещений во время пожара и при других аварийных ситуациях. Комплект применяется при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17% и высокой концентрации токсичных веществ.

Комплект обеспечивает защиту при температуре окружающей среды от 0 до 60 °С и сохраняет защитные свойства после кратковременного воздействия температуры 200 °С - в течение одной минуты и открытого пламени с температурой 850 °С - в течение 5 секунд [43].



Комплект



Сумка

Рис. 5.14. Комплект ГДСК-У.

Обеспечивает универсальную и эффективную защиту в течение 30 минут от оксида углерода, циан водорода, хлористого водорода, акролеина и других токсичных веществ: аэрозолей, аммиака, окислов азота, диоксида серы, хлора, бензола, толуола, фтористого водорода и фторорганических соединений и др.

Индивидуальное аварийно-спасательное средство защитный капюшон «Феникс»

Феникс это уникальная разработка российской науки. Шестислойный фильтр защищает от дыма и аэрозолей, органических соединений, монооксида углерода, неорганических соединений, цианидов. Выдерживает температуру более 450 °С.



Рис. 5.15. Защитный капюшон «Феникс».

Капюшон рекомендован МЧС России для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях в жилых, служебных и промышленных зданиях, на станциях и в вагонах метрополитена или поездах, а также для экстренной эвакуации из задымленных помещений. Время защитного действия 20 минут. Гарантийный срок хранения 5 лет.

5.2.2. Изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания

Для защиты спасателей от высоких концентраций паров АХОВ, а также в условиях высокой дымозагазованности атмосферы после пожаров, взрывов и воспламенения веществ используются изолирующие СИЗОД. Они применяются также в следующих случаях:

- когда состав и концентрация веществ неизвестны;
- при содержании свободного кислорода в воздухе менее 16...18%;
- когда время защитного действия фильтрующих средств недостаточно для выполнения задач в зонах заражения.

Изолирующие СИЗОД подразделяются на автономные и шланговые.

Автономные средства обеспечивают человека дыхательной смесью из баллонов (со сжатым воздухом или кислородом) или с помощью кислородсодержащих продуктов за счет регенерации выдыхаемого воздуха.

В шланговых СИЗОД чистый воздух подается к органам дыхания по шлангу от воздуходувок или компрессоров.

При ликвидации последствий аварий основными средствами для обеспечения защиты спасателей являются автономные СИЗОД. Они включают в себя:

- дыхательные аппараты;

- изолирующие противогазы;
- самоспасатели.

Таблица 5.6.

Изолирующие средства защиты органов дыхания

Автономные			Противогазы шланговые
Изолирующие противогазы	Дыхательные аппараты	Самоспасатели изолирующие	
ИП-4	АСВ-2	ПДУ-3, ПДА-3	ПШ-1, ПШ-1Б-10, ПШ-1Б-20, ПШ-1Б, ПШ- 205
ИП-5	КИП-8 (КИП-9)	СИП-1,	
ИП-6	ИВА-24М, ИВА-12С	СПИ-20, СПИ-50	
	АИР-300СВ	ШСС-Т, ШСС-1М	ПШ-2 ПШ-РВ ПШ-ЭРВ,
Респираторы изолирующие РТ-4, Р-30М,			

Физическая нагрузка и запас воздуха (кислорода) или кислородсодержащих веществ являются основными характеристиками, которые определяют показатель времени защитного действия автономных средств при непрерывной работе в них. Зависимость объема легочной вентиляции от вида физической нагрузки спасателя приведена в табл. 5.7.

Таблица 5.7.

Зависимость объема легочной вентиляции от вида физической нагрузки[26]

Вид нагрузки	Характеристика нагрузки	Объем легочной вентиляции, л/мин
Легкая	Пребывание человека в покое: наблюдение за приборами, осмотр техники, оборудования.	15...20
Средняя	Ходьба, обслуживание механизмов, выполнение монтажных работ.	30...40
Тяжелая	Работа, связанная с бегом, подъемом по лестнице, переноской тяжестей, переползанием.	90...120

Изолирующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от любых вредных примесей независимо от их концентрации в воздухе, а также при недостатке кислорода. Они снабжены регенеративными патронами, в которых кислород находится в гранулированном продукте (надперекиси щелочных металлов – натрия, калия) и выделяется при реакции поглощения диоксида углерода и водяных паров, выдыхаемых человеком. Они являются средствами многоразового действия с возможностью неоднократной замены регенеративных патронов.

Таблица 5.8.

Технические характеристики изолирующих противогазов

Техническая характеристика	ИП-4М	ИП-4Р	ИП-5	ИП-6
Время защитного действия на суше, мин. не менее при выполнении работ	40(РП-4); 75(РП-7)	40	75	40
в состоянии покоя	180	180	200	150
Время защитного действия под водой, мин, не менее при выполнении работ			90	
в состоянии покоя			120	

Противогаз ИП-5 используется в качестве аварийно-спасательного средства при выходе из затонувшей техники, а также для выполнения легких работ под водой на глубине до 7 м. Время работы в зависимости от физической нагрузки:

Для ИП-4М от 30 до 180 мин.

Для ИП-5 от 75 до 200 мин.

Для ИП-6 от 40 до 150 мин.

Масса противогазов от 3,6 до 5,3 кг

Противогазы ИП-4, ИП-5 и ИП-6 могут использоваться в химической, металлургической, нефтегазовой, угольной промышленности, в замкнутых объектах при ликвидации последствий аварий, выполнении ремонтных и т.п. работ в непригодной для дыхания атмосфере в комплекте с индивидуальными средствами защиты кожи (костюмы, капюшоны). Противогазы являются средством защиты многоразового действия при условии замены регенеративного патрона после каждого использования

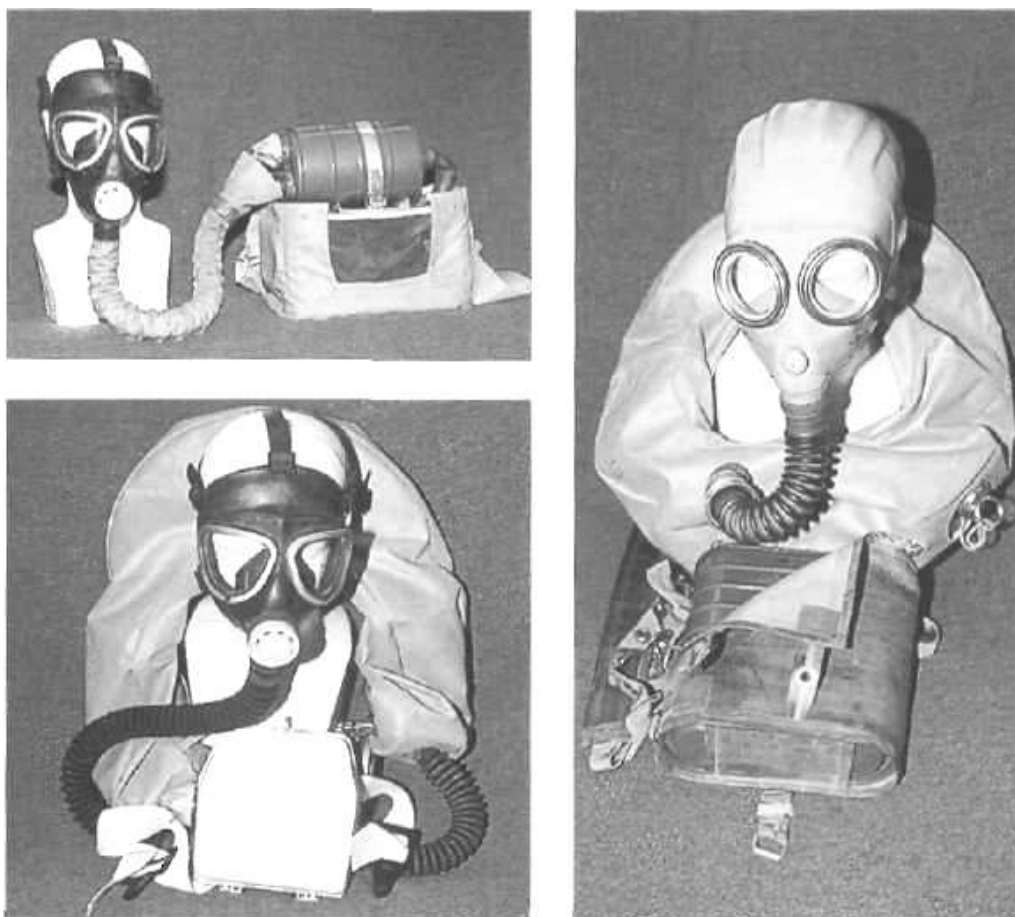


Рис. 5.16. Изолирующие противогазы ИП-4М, ИП-5, ИП-6.

Изолирующий противогаз ИП-4М

Назначение: для защиты органов дыхания людей в атмосфере высоких концентраций вредных веществ, а также в условиях недостатка или отсутствия кислорода.

Состав: лицевая часть (маска МИА-1) с соединительной трубкой; дыхательный мешок с клапаном избыточного давления; переговорные мембраны и утеплительные манжеты.

Область использования: очаг заражения, удаление от источника заражения 250...500 м и более.

Основные характеристики: масса – 3,4 кг; сопротивление дыханию при средней нагрузке – 80 мм.вод. ст.; температура вдыхаемого воздуха - до 50 °С; время защитного действия при легкой, средней и тяжелой нагрузках составляет соответственно – 180, 45 и 40 мин; дыхательный мешок, сумка и соединительные трубки изготовлены из специальной ткани, стойкой к агрессивным жидкостям.

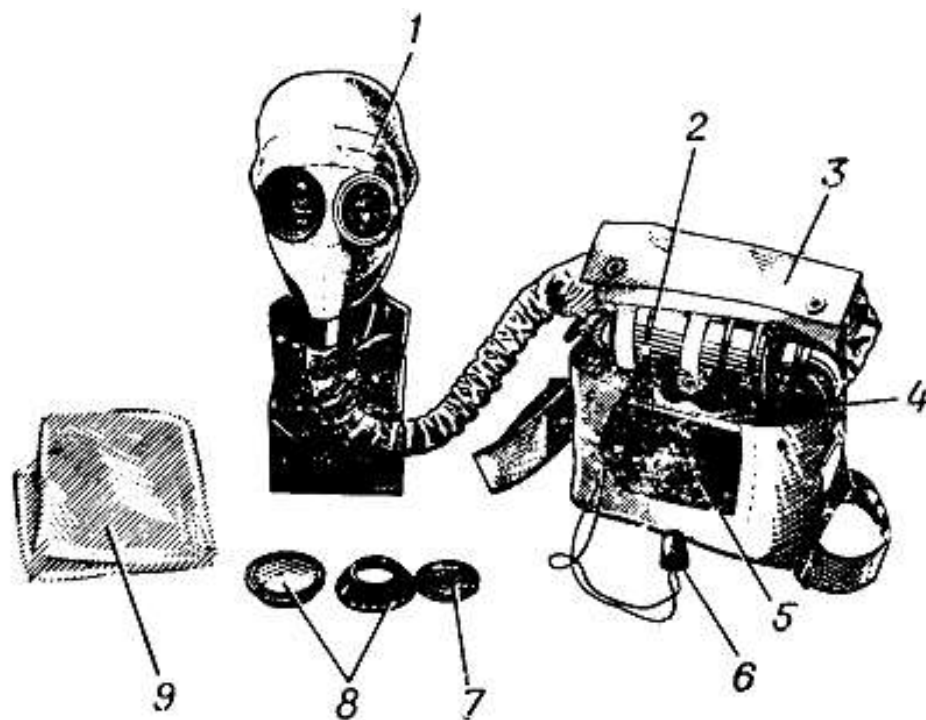


Рис. 5.17. Изолирующий дыхательный аппарат ИП-4:

1 — шлем-маска ШИП-2; 2 — регенеративный патрон РП-4; 3 — сумка; 4 — каркас; 5 — дыхательный мешок; 6 — пробка; 7 — незапотевающие пленки; 8 — накладные утеплительные манжеты НМУ-1М; 9 — мешок для хранения.

Изолирующий противогаз ИП-4МК



Рис. 5.18. ИП-4МК.

Изолирующий противогаз ИП-4МК предназначен для защиты органов дыхания, зрения, кожи лица и головы человека при выполнении аварийных, газоспасательных и восстановительных работ.

ИП-4МК используется в непригодной для дыхания атмосфере, а том числе содержащей хлор (до 10%), аммиак, сероводород. Имеет переговорное устройство, комплектуется регенеративными патронами в количестве 5 штук, применяется в комплекте с защитным костюмом и капюшоном.

Дыхательные аппараты

Дыхательные аппараты оснащены металлическими баллонами с запасом сжатого воздуха или кислорода и клапанами для регулирования его

подачи к органам дыхания. Для ведения спасательных работ используются следующие дыхательные аппараты: АСВ-2, ИВА-24М, АИР-300СВ (на сжатом воздухе); КИП-8, КИП-9 (на сжатом кислороде). Все они являются средствами многоразового действия с возможностью неоднократной замены баллонов.

Изолирующий дыхательный аппарат АСВ-2

Назначение: для защиты органов дыхания людей в атмосфере высоких концентраций вредных веществ.

Состав: лицевая часть типа маски, система шлангов подающих воздух из баллонов к органам дыхания, баллоны (2 шт.) с запорным вентилем, редуктор, манометр, легочный автомат для отключения и включения избыточного давления.

Область использования: очаг заражения (в комплекте с СЗК).

Основные характеристики: объем воздуха – 1600 л; масса – 16,4 кг; рабочий интервал температур от плюс 40 до минус 40⁰С; время защитного действия при средней нагрузке 30 л/мин – 45 мин.

Воздушный дыхательный аппарат ИВА-24М



Воздушный дыхательный Аппарат ИВА-24М предназначен для защиты лица и органов дыхания при проведении аварийно-спасательных работ. Имеет простую и надёжную конструкцию. Аппарат оснащен стальными воздушными баллонами, панорамной лицевой маской с избыточным давлением воздуха под ней.

Принят на вооружение МЧС России. Может быть использован службами ВГСЧ химических, нефтеперерабатывающих, металлургических и других предприятий в местах труднодоступных и с малыми габаритами проходов, а также на судах морского и речного флотов [44].

Рис. 5.19. Аппарат ИВА-24М.

Дыхательный аппарат АИР-300СВ



Дыхательный аппарат АИР-300СВ предназначен для индивидуальной защиты лица и органов дыхания при тушении пожаров и выполнении аварийно-спасательных работ в диапазоне температур от -40 до $+60$ $^{\circ}\text{C}$ и пребывания в среде с температурой 200 $^{\circ}\text{C}$ в течение 60 сек.

Аппарат имеет металлический (АИР-300СВ-01) или металлокомпозитный баллон (АИР-300 СВ), панорамную маску с избыточным давлением в подмасочном пространстве и эргономически оптимальную пластиковую спинку.

Рис. 5.20. Аппарат АИР-300СВ.

Кислородный изолирующий противогаз КИП-8 (КИП-9)



Кислородный изолирующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания и зрения человека при выполнении работ в атмосфере высоких концентраций вредных веществ.

Состав: лицевая часть типа маски МИП-1, кислородные баллоны, сигнальное устройство, показывающее оставшееся время работы.

Область использования: очаг заражения (в комплекте с защитными и изолирующими костюмами).

Рис.5.21. Противогаз КИП-8.

Основные характеристики: запас кислорода – 200 л; масса – 10 кг; время защитного действия при средней нагрузке – 120 мин.

Время защитного действия, не менее 100 мин

Вместимость баллона 1 л.

Масса аппарата 10 кг.

Изолирующие самоспасатели

Самоспасатели предназначены для кратковременной защиты и экстренного выхода из зоны заражения. Они представляют средства однократного действия и могут быть использованы необученными людьми.

Самоспасатели на сжатом воздухе

Самоспасатель на сжатом воздухе ИВА-12С



Самоспасатель на сжатом воздухе ИВА-12С предназначен для защиты органов дыхания и глаз при покидании мест с зараженной атмосферой, при авариях, пожарах в зданиях и на судах [44].

Рис. 5.22. Аппарат ИВА-12С.

Самоспасатели на связанном кислороде

Изолирующие самоспасатели на связанном кислороде работают на принципе поглощения выдыхаемых человеком влаги и диоксида углерода химическим регенеративным продуктом при одновременном выделении из него кислорода. Кислород для дыхания поступает не из внешней среды, а выделяется внутри изолирующего аппарата.

Портативное дыхательное устройство ПДУ-3



ПДУ-3 предназначено для автономного обеспечения человека газоздушную смесь для дыхания при эвакуации его с места аварии или проведении первичных мероприятий по предотвращению ее развития.

Состав. Патрон регенеративный с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, гофротрубка с теплообменником, пластмассовый футляр. Аппарат укомплектован одноростовочной маской, обеспечивающей возможность ведения переговоров.

Рис.5.23. Самоспасатель ПДУ-3.

ПДУ-3 используется в газодобывающей и газоперерабатывающей промышленности. Может быть использован на участках повышенной опасности, где имеется вероятность возникновения аварии, связанной с выбросом вредных веществ. Основные характеристики: масса – 1,6 кг; температурный диапазон использования – от минус 30 до плюс 40 °С; время защитного действия при легкой нагрузке – 45 мин, при нагрузке средней тяжести – 20 мин.

Портативный дыхательный аппарат ПДА



Портативный дыхательный аппарат ПДА предназначен для экстренной защиты органов дыхания и лица при эвакуации из аварийной зоны в условиях недостатка кислорода или присутствия в воздухе вредных веществ в любых концентрациях.

Аппарат не требует индивидуальной подгонки, является средством одноразового действия, но при замене регенеративного патрона с помощью специального приспособления может использоваться многократно.

Время работы в зависимости от физической нагрузки - от 7 до 60 мин.

Масса - 1,8 кг.

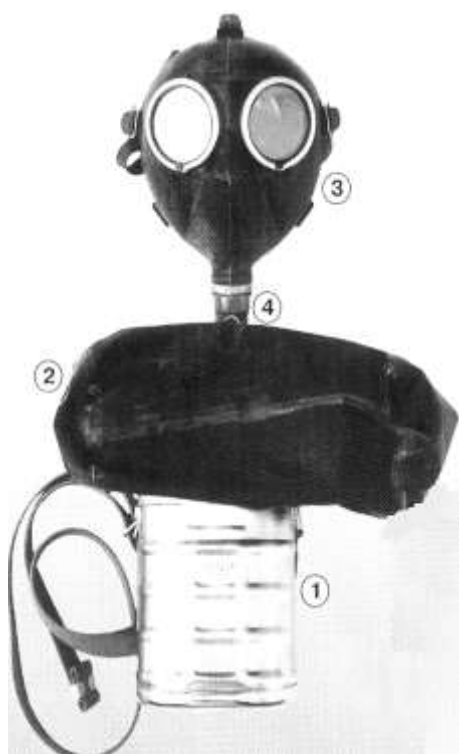
Рис. 5.24. Самоспасатель ПДА.

Портативный дыхательный аппарат ПДА-3М

Предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи.

Состав. Регенеративный патрон с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, маска, гофротрубка с теплообменником, футляр из нержавеющей стали. Аппарат укомплектован одноростовочной маской, позволяющей вести переговоры, и имеет пусковое устройство с пусковым брикетом, выделяющим за 20...40 с не менее 10 л кислорода. Краткая инструкция по пользованию размещена на футляре.

ПДА-3М может быть использован на шахтах и угледобывающих предприятиях, на транспорте, в химической, металлургической и газовой промышленности в условиях загазованной атмосферы при авариях.



- 1 — корпус;
- 2 — дыхательный мешок;
- 3 — маска;
- 4 — гофротрубка

Рис. 5.25. Самоспасатель ПДА-3М.

Противогазы шланговые

Противогазы шланговые предназначены для защиты органов дыхания и лица человека при выполнении работ в условиях содержания кислорода в воздухе менее 17 % объемных, содержания вредных веществ неизвестного

состава и концентраций или объемного содержания вредных веществ в воздухе более 0,5 %. В шланговых изолирующих противогазах осуществлен принцип подачи воздуха к органам дыхания работающего по шлангу из чистой зоны. Время защитного действия противогазов не ограничено. По способу подачи воздуха шланговые противогазы делятся на безнапорные и с принудительной подачей воздуха.

Противогазы шланговые изолирующие безнапорные

К противогазам шланговым безнапорным относятся противогазы ПШ-1, ПШ-1Б-10, ПШ-1Б-20, ПШ-1 Б, ПШ-20Б Они представляют собой безнапорные одноканальные изолирующие дыхательные аппараты, в которых воздух под лицевую часть поступает по шлангу из чистой зоны за счет всасывания воздуха работающим в процессе дыхания.

Противогазы ПШ-1, ПШ-1Б, ПШ-1Б-10, ПШ-1Б-20, , ПШ-20Б состоят из комплекта лицевых частей, двух соединительных гофрированных трубок, резинового армированного шланга длиной 10 (20) метров, фильтрующего элемента для очистки вдыхаемого воздуха от пыли и хлопчатобумажной (лавсановой, капроновой) амуниции.

Для хранения и переноски противогаза ПШ-1 служит сумка, противогазов ПШ-1 Б, ПШ-1Б-10, ПШ-1Б-20, ПШ-20Б- барабан с подставкой.

Противогазы комплектуются лицевыми частями типа шлем-маски ШМП или панорамными масками ППМ-88 (ПМ-88).

Амуниция включает в себя спасательный пояс с плечевыми лямками и сигнально-спасательную веревку длиной 13, 15,23 метров.



Рис. 5.26. Противогаз ПШ-1.

Противогазы шланговые изолирующие воздухонапорные

В состав противогазов входят: воздуходувка, один или два резиновых армированных шланга длиной 20 (40) метров (два шланга для одновременной работы двух человек), один или два комплекта лицевых частей, соединительных гофрированных трубок, хлопчатобумажной (лавсановой, капроновой) амуниции.

Воздуходувка имеет ручной (РВ) или электроручной привод (ЭРВ) и монтируется в металлическом ящике (противогазы ПШ-2-20, ПШ-2-40, ПШ-2-20×2) или на барабане с подставкой (противогазы ПШ-10РВ, ПШ-20РВ (ЭРВ), ПШ-40РВ (ЭРВ), ПШ-20РВ-2 (ЭРВ)).

Противогазы ПШ-2-20, ПШ-2×40, ПШ-2-20×2 комплектуются воздуходувкой с электроручным приводом. Питание электропривода - от сети напряжением 220В.

Противогазы комплектуются лицевыми частями типа шлем-маски ШМП или панорамными масками ППМ-88(ПМ-88).

Амуниция включает в себя спасательный пояс с плечевыми лямками и сигнально- спасательную веревку длиной 12 (23,25) метров.



Рис. 5.27. Противогаз шланговый воздухонапорный.

К противогазам шланговым воздухонапорным относятся противогазы типа ПШ-2-20, ПШ-2-40, ПШ-2-20×2, ПШ-10РВ, ПШ-20РВ, ПШ-40РВ, ПШ-20РВ-2, ПШ-20ЭРВ, ПШ-40ЭРВ, ПШ-20ЭРВ-2.

Они представляют собой воздухонапорные одно- или двухканальные изолирующие дыхательные аппараты с принудительной подачей воздуха, в которых воздух под лицевую часть подается по шлангу воздуходувкой из зоны чистого воздуха. При работе в противогазах благодаря постоянной подаче свежего воздуха исключается подсос загрязненного воздуха извне за счет создания в системе избыточного давления и предотвращается запотевание стекол лицевой части.

- комплект защитной фильтрующей одежды общевоискового защитного комплекта ОЗК-Ф.

Таблица 5.10

Индивидуальные средства защиты кожи

Фильтрующие средства защиты кожи	Изолирующие средства защиты кожи	Специальные защитные комплекты спасателей
Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК	Общевойсковой защитный комплект ОЗК	Изолирующие защитные костюмы КИХ-4М (КИХ-5М)
Общевойсковой фильтрующий комплекс	Костюм защитный легкий Л-1	Аварийный изолирующий костюм КЗА
Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58, ФЗО-МП, ФЗО-МП-А.	Костюм защитный пленочный КЗП	Защитный изолирующий комплект Ч-20 с вентилируемым подкостюмным пространством.
Подручные средства защиты кожи: Производственная одежда (куртки, брюки, комбинезоны, халаты, резиновые сапоги); Плащи, накидки из прорезиненной ткани		

Кроме того, спасателям для защиты кожи рекомендуется использовать специальные защитные комплекты, такие как:

- изолирующие защитные костюмы КИХ-4М (КИХ-5М) в комплекте с дыхательным аппаратом АСВ-2 или противогазами КИП-8, КИП-9, ИП-4М;
- аварийный изолирующий костюм КЗА в комплекте с аппаратом АСВ-2;
- защитный изолирующий комплект Ч-20 с вентилируемым подкостюмным пространством.

К фильтрующим средствам защиты кожи относятся:

- общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК;
- общевойсковой фильтрующий комплекс;
- защитная фильтрующая одежда ЗФО-58;
- комплекты фильтрующей защитной одежды ФЗО-МП, ФЗО-МП-А.

Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК

Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК предназначен для защиты кожных покровов от отравляющих веществ (ОВ), радиоактивной пыли (РП), биологических аэрозолей (БА) и светового импульса ядерного взрыва (СИЯВ).

Защита кожных покровов от ОВ обеспечивается обезвреживанием паров ОВ пропиткой защитного белья, многослойностью и герметичностью конструкции костюма. Повышение уровня защиты кожных покровов от ОВ обеспечивается использованием средств защиты кожи изолирующего типа.

Защита кожи от прямого воздействия СИЯВ обеспечивается их укрытием огнезащитной пропиткой ткани, многослойностью костюма и естественными зазорами между слоями материалов. Повышение уровня защиты кожи от ожогов достигается одеванием поверх него костюмов КЗС.

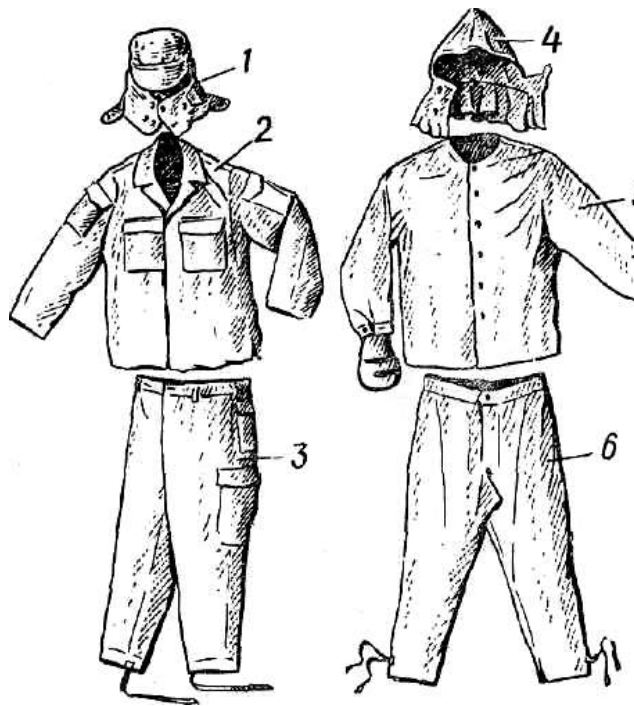
Защита от РП и БА обеспечивается строением тканей, многослойностью и герметичностью конструкции защитных костюмов.

ОКЗК состоит из пилотки с козырьком, подшлемника, защитной рубашки, куртки, защитных кальсон и брюк. ОКЗК изготавливается из хлопчатобумажной ткани со специальными пропитками. Куртка и брюки по своей конструкции аналогичны обычному летнему обмундированию и имеют те же ростовку и размеры. Низ куртки имеет герметизирующую стяжку. Летний головной убор представляет собой пилотку с козырьком и шторками, зимний – шапку-ушанку со шторками.

Общевойсковой фильтрующий комплекс

Общевойсковой фильтрующий комплекс средств индивидуальной защиты обеспечивает высокоэффективную защиту всех частей тела и органов дыхания от отравляющих веществ, биологических средств, радиоактивной пыли, световых и термических поражающих факторов, основных видов опасных химических веществ.

Отличительными особенностями этого комплекса являются высокие физиолого-гигиенические свойства, сочетаемость средств защиты органов дыхания и кожи с основными элементами экипировки и вооружения солдата, надежное функционирование при отрицательных температурах, возможность повторного использования после заражения.



Общевойсковой комплексный
защитный костюм ОКЗК

Общевойсковой
фильтрующий комплекс

Рис. 5.28. Общевоинская фильтрующая защитная одежда:

1 - пилотка с козырьком; 2 - куртка; 3 - брюки; 4 - подшлемник;
5 - защитная рубашка; 6 — защитные кальсоны.

Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58

Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58 принята на оснащение частей и нештатных формирований гражданской обороны. Она состоит из хлопчатобумажного комбинезона, нательного белья, подшлемника и двух пар портянок.

Комплекты защитной фильтрующей одежды ФЗО-МП, ФЗО-МП-А

Комплекты предназначены для защиты работающих с токсичными веществами при проведении регламентных, ремонтных работ. При ликвидации аварий могут использоваться для охраняющих опасную зону и спасателей при эвакуации пострадавших.

Комплекты обеспечивают защиту кожных покровов человека от воздействия паров высокотоксичных продуктов: гидразина и его производных, окислов азота, аминов; обладают фунгицидными и бактерицидными свойствами. Обеспечивают защиту кожных покровов при концентрации токсичных веществ до $0,1\text{г/м}^3$. Комплект ФЗО-МП-А дополнительно защищает от воздействия паров анилина.



Защитная фильтрующая
одежда ЗФО - 58



Комплект фильтрующей
защитной одежды ФЗО-МП

Рис. 5.29. Защитная фильтрующая одежда.

Комплект двухслойный: верхний слой изготовлен из хлопкалавсановой ткани с водо- кислотоотделкой; внутренний слой – химзащитный, изготовлен из хлопчатобумажной ткани со специальной защитной пропиткой. Оба слоя сшиты в швах. В состав комплекта входят: куртка с капюшоном, брюки, а также белье из хлопчатобумажной ткани (куртка нижняя, брюки) и перчатки.

Комплекты многократного использования. Эксплуатируются в сочетании со средствами защиты органов дыхания и защитной обувью.

Таблица 5.11.

**Техническая характеристика фильтрующей защитной одежды типа
ФЗО**

	ФЗО-МП	ФЗО-МП-А
Время защитного действия, час, при концентрации паров гидразина $0,1 \text{ г/м}^3$	2,5	2,5
при концентрации паров анилина $0,05 \text{ г/м}^3$	-	1
Продолжительность эксплуатации в течение рабочей смены, час, не менее	6-8	6-8
Сохранность защитных свойств, месяцев	12	12
Масса, кг	3,5	3,5

5.2.4. Изолирующие средства защиты кожи

К изолирующим средствам защиты кожи относятся:

- общевойсковой защитный комплект ОЗК (Плащ защитный ОП-1; Чулки защитные; Перчатки защитные);
- костюм защитный легкий Л-1;
- костюм защитный пленочный КЗП.

Общевойсковой защитный комплект ОЗК

ОЗК предназначен для многократной защиты кожных покровов, обмундирования и снаряжения от ОВ, БС и РП. Он ослабляет действие СИЯВ, огнесмесей и открытого пламени. ОЗК является средством защиты периодического ношения.

Он состоит из защитного плаща ОП-1, защитных чулок, защитных перчаток летних БЛ-1 (пятипалые), защитных перчаток зимних БЗ-1 с утеплительными вкладышами (двупалые), чехла для плаща и чехла для защитных чулок и перчаток. Защитный плащ изготавливается пяти размеров. Защитный плащ используют в виде накидки, «надетым в рукава» и в виде комбинезона. В виде накидки плащ используется при внезапном выпадении ОВ, РП или БА. Плащ в рукава, чулки и перчатки надевают заблаговременно перед преодолением зон заражения и перед проведением спецобработки техники. В виде комбинезона плащ надевают заблаговременно перед проведением спасательно-эвакуационных и инженерных работ.

Защитные плащи изготавливаются 4-х размеров, защитные чулки - 3-х размеров. Гарантийный срок хранения-10 лет.

Костюм защитный легкий Л-1

Костюм защитный легкий Л-1 относится к специальной одежде, которая используется при длительных действиях на местности зараженной ОВ, РП или БА, а также при выполнении дегазационных и дезинфекционных работ. Л-1 состоит из куртки с капюшоном, брюк с чулками, двух пар двупалых защитных перчаток, подшлемника и сумки для переноски. Л-1 изготавливается трех размеров.

Предназначен для защиты кожи, одежды, обуви от длительного воздействия токсичных веществ, токсичной пыли, от растворов кислот, воды, щелочей, морской соли, лаков, красок, масел, жиров, от нефти и нефтепродуктов, от вредных биологических факторов, при выполнении дегазационных, дезактивационных дезинфекционных, гидротехнических работ. Многократного использования. Гарантийный срок хранения -10 лет.



Общевойсковой защитный комплект в трех положениях:
 а - в виде накидки;
 б - надетым в рукава;
 в - в виде комбинезона.

Рис. 5.30. Общевоинской защитный комплект.

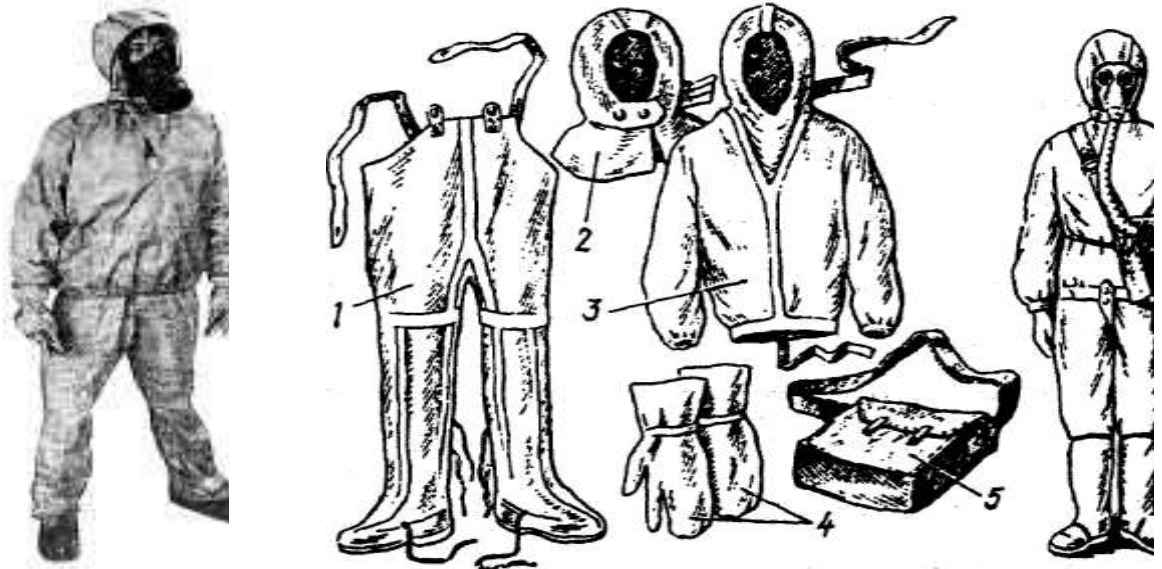


Рис. 5.31. Легкий защитный костюм Л-1:

1 — брюки с чулками; 2 — подшлемник; 3 — рубашка с капюшоном; 4 — двупалые перчатки; 5 — сумка для хранения костюма.

Костюм защитный пленочный

Костюм защитный пленочный в сочетании с фильтрующими средствами защиты кожи предназначен для защиты кожных покровов от ОВ, РП, БА, а также для снижения заражения одежды, снаряжения и обуви.

В состав костюма входят плащ защитный пленочный, чулки защитные пленочные, резиновые защитные перчатки и липкая лента для ремонта (4

метра). Плащ изготавливают из полиэтиленовой пленки. Он имеет форму удлиненной рубахи с капюшоном и рукавами. Защитные чулки изготавливают из полиэтиленовой пленки в форме прямоугольного мешка. Они имеют съемные ботинки из прорезиненной ткани.

5.2.5. Специальные защитные комплекты спасателей

К специальным защитным комплектам спасателей относят:

1. Изолирующие защитные костюмы КИХ-4М (КИХ-5М) в комплекте с дыхательным аппаратом АСВ-2 или противогазами КИП-8, КИП-9, ИП-4М.
2. Аварийный изолирующий костюм КЗА в комплекте с аппаратом АСВ-2.
3. Защитный изолирующий комплект Ч-20 с вентилируемым подкостюмным пространством [45].

Указанные средства могут использоваться спасателями для ведения работ в очагах поражения на расстоянии от источника заражения 50...500 м и более, при этом время пребывания спасателей в зоне заражения может составить в среднем 20...60 мин.

Изолирующий защитный костюм КИХ-4М

Защитный костюм предназначен для защиты спасателей при выполнении аварийно-спасательных и ремонтных работ в условиях воздействия опасных химических веществ (ОХВ): высококонцентрированных газообразных хлора и аммиака, окислов азота, производных гидразина, концентрированных минеральных кислот (серной, соляной, азотной), а также кратковременного воздействия жидких хлора и аммиака (при аварийном выходе из зоны заражения).

Костюм состоит из герметичного прорезиненного комбинезона с притачным капюшоном, трехпальными рукавицами, осяюзками. В лицевую часть капюшона вклеено панорамное стекло.

Костюм КИХ-4М эксплуатируется в сочетании с дыхательными аппаратами со сжатым воздухом (типа АИР-98МИ-20, АИР98МИ-21 и др.) или изолирующими противогазами типа КИП-8, расположенными в подкостюмном пространстве.

Основные характеристики: масса – 4 кг (без дыхательного аппарата); температурный диапазон от плюс 40 до минус 40 °С; кратность использования – 3; время защитного действия по АХОВ: хлор, аммиак (пар, газ) – 60 мин; хлор, аммиак (жидкость) – 2...3 мин. Костюм изготовлен из прорезиненного материала ЛК-2 на основе каучука в виде комбинезона с

капюшоном, в лицевую часть которого включено панорамное стекло. Он одевается поверх спецодежды [46].

Изолирующий защитный костюм КИХ-5М

КИХ-5М предназначен для защиты спасателей при выполнении аварийно-спасательных и ремонтных работ в условиях воздействия газообразной и жидкой фазы хлора, аммиака, окислов азота, производных гидразина, а также концентрированных минеральных кислот (серная, азотная).

Костюм эксплуатируется в сочетании с изолирующим противогазом ИП-4М или ИП-4МК.

Костюм КИХ-5М выполнен из прорезиненного материала в виде герметичного комбинезона с притачным капюшоном, осоюзками, трехпальными рукавицами, выносным ранцем для размещения в нем противогаза.



КИХ-4М



КИХ-5М

Рис. 5.32. Изолирующие защитные костюмы типа КИХ.

Комплект защитный аварийный КЗА-1

Предназначен для комплексной защиты аварийно-спасательных формирований, участвующих в ликвидации аварий, сопровождающихся пожаром (в том числе на газоконденсатных и нефтяных месторождениях), от воздействия открытого пламени, инфракрасного излучения, аварийно химически опасных веществ. Комплект используется в сочетании с

дыхательным аппаратом АСВ-2, размещенным в подкостюмном пространстве.

Комплект состоит из двух комбинезонов: теплоотражательного, изготовленного из специальной ткани с огнемаслобензостойким покрытием, с коэффициентом отражения инфракрасного излучения до 80%, теплоизолирующего, изготовленного из многослойного специального материала обладающего высокими теплозащитными, бактерицидными и фунгицидными свойствами. Ноги защищены сапогами, руки трехпальными перчатками из тех же материалов. Для защиты глаз комбинезон снабжен специальным панорамным стеклом. Масса комплекта – не более 10 кг.

Защита от теплового излучения – 5 мин; защита от АХОВ – 30 мин; кратность использования – 10.

Теплоотражательный костюм изготовлен из термостойкого материала в виде герметичного комбинезона с притачным капюшоном, в лицевой части закреплена рамка со вставленными поликарбонатными стеклами.

Теплозащитный костюм изготавливается из нетканого термостойкого полотна (фенилон АТМФ-1) с хлопчатобумажной подкладкой также в виде комбинезона, имеет чехол на спине для дыхательного аппарата, надеваемого поверх теплоотражательного костюма.



КЗА-1



Ч-20

Рис. 5.33. Изолирующие комплекты типа КЗА и Ч-20.

Комплект защитный Ч-20

Комплект предназначен для защиты кожных покровов, органов дыхания и зрения человека от воздействия высокотоксичных химических веществ, радиоактивных аэрозолей и пыли.

Комплект состоит из герметичного комбинезона из прорезиненной ткани, съемных сапог, перчаток, капюшона, в лицевую часть которого вклеена маска противогаза. Очистка и подача воздуха на дыхание и вентилирование подкостюмного пространства осуществляется с помощью узла очистки и подачи воздуха (УОПВ), размещенного под комбинезоном. УОПВ состоит из блока очистки и подачи воздуха и блока питания, который необходимо заряжать от любого источника постоянного тока силой 0,5 А в течение 15 часов.

Комплект может быть использован как защитное средство при проведении аварийно-спасательных работ и при ликвидации последствий аварий с последующей дегазацией и дезактивацией комплекта.

Основные характеристики: масса – 6,8 кг; температурный диапазон от 8 до 30 °С; время непрерывной работы при средней нагрузке 4...6 часов; объем подаваемого воздуха 90 л/мин; кратность использования – 10 [47].

6. Защитные сооружения гражданской обороны

6.1. Классификация защитных сооружений гражданской обороны

К коллективным средствам защиты относят инженерные защитные сооружения, обеспечивающие защиту личного состава от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических средств.

Принцип работы средств коллективной защиты заключается в герметизации сооружения, обеспечении его воздухом, очищенным от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических средств, и создании внутри помещения избыточного давления — подпора, препятствующего проникновению воздуха через неплотности и щели.

Защитные сооружения (ЗС) – это специально созданные для защиты населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени инженерные сооружения.

Все ЗС классифицируются по следующим признакам:

- по назначению (для защиты населения и размещения органов управления - командных пунктов, пунктов управления, узлов связи);
- по защитным свойствам (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия);

- по месту расположения (встроенные; отдельностоящие; размещенные в метрополитенах, горных выработках, пешеходных переходах и др.);
- по времени возведения (строящиеся заблаговременно, быстровозводимые);
- по вместимости (150...600 человек – малой, 600...2000 – средней, больше 2000 – большой вместимости) [48].

6.2. Убежища гражданской обороны

Общая характеристика Убежищ

Убежища обеспечивают наиболее надежную защиту людей от поражающих факторов в ЧС мирного времени (высоких температур и вредных газов при пожарах, радиоактивных веществ (РВ), аварийно - химически опасных веществ (АХОВ), обломков и обвалов разрушенных зданий, затопления и др.), а также от оружия массового поражения (ОМП) и обычных средств поражения.

В соответствии с приведенной классификацией убежища различаются: по защитным свойствам, по вместимости, месту размещения, обеспечению фильтро-вентиляционным оборудованием и времени возведения.

По защитным свойствам от ударной волны убежища делятся на четыре класса.

По вместимости убежища подразделяются на малую, среднюю и большую вместимость. Вместимость убежищ определяется по количеству мест для сидения и лежания.

По месту расположения убежища делятся на отдельностоящие (ОСУ) и встроенные (ВСУ).

По обеспечению фильтро-вентиляционным оборудованием (ФВО) убежища делятся на убежища с ФВО промышленного изготовления и убежища с упрощенным оборудованием (из гравия, песка, шлака и др.)

По времени возведения убежища подразделяются на построенные заблаговременно в мирное время и быстровозводимые убежища (БВУ), которые строятся при объявлении угрозы нападения противника.

Использование убежищ в мирное время в народно-хозяйственных целях не должно нарушать их защитных свойств. Подготовка их для приема укрываемых должна осуществляться в возможно короткие сроки, но не более 12 часов после объявления угрозы нападения противника.

При проектировании убежищ учитывают, что один укрываемый

выделяет в час 100 ккал тепла, 80 г воды, 21 л углекислого газа и поглощает 20...24 л кислорода. Санитарно-гигиенические требования к убежищам таковы приведены в таблице 6.1.

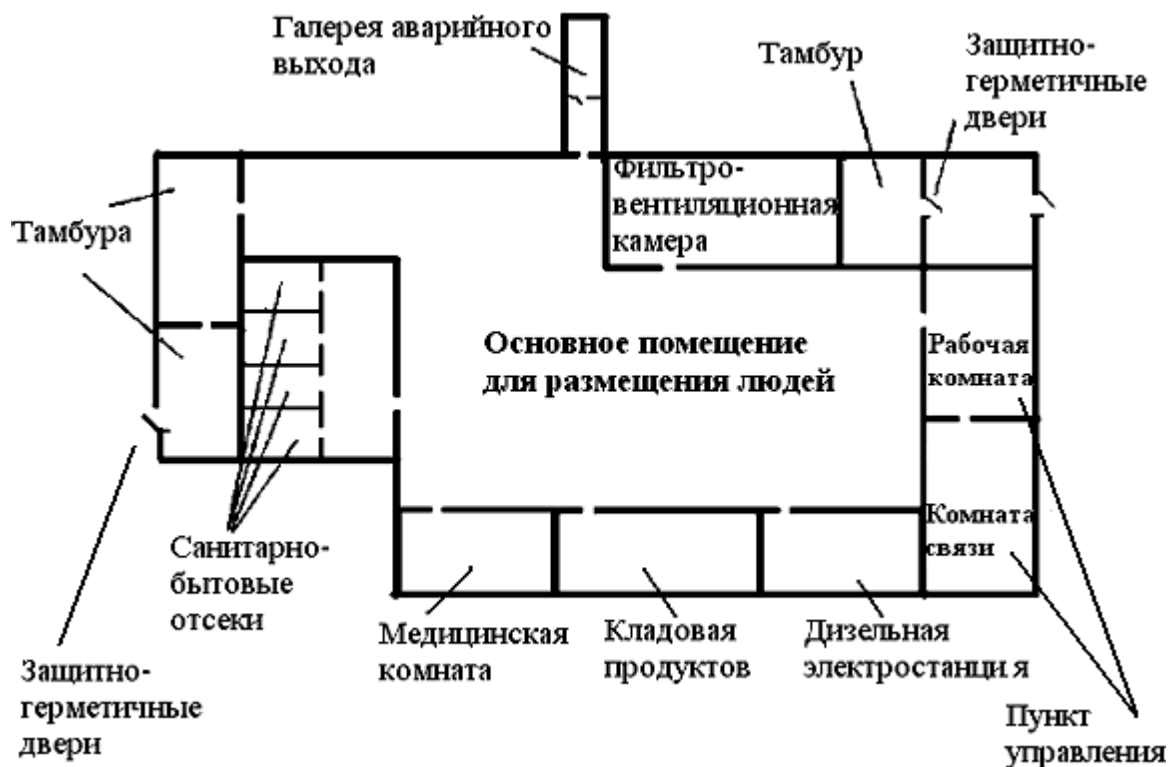
Таблица 6.1

Параметры убежищ гражданской обороны

Параметр	Для населения	Для больных
Высота	2,2 м	3,0 м
Площадь поля	0,5 кв. м	1,9 кв. м
Объем воздуха на чел.	2,0 куб. м/час	10 куб. м/час
Внутренний объем	1,5 куб. м/чел	5 куб. м/чел
Содержание O ₂ (CO ₂)	16...18% (1,0%)	17...20% (0,5%)
Влажность	70%	70%
Температура воздуха	Не более 23 °С	Не более 23 °С
Предельн. температура	31 °С	23 °С
Аварийный запас воды	3 л/сут	20 л/сут

Общее устройство убежищ

Все помещения убежища подразделяются на основные и вспомогательные. Планировка убежища показана на Рис.6.1.



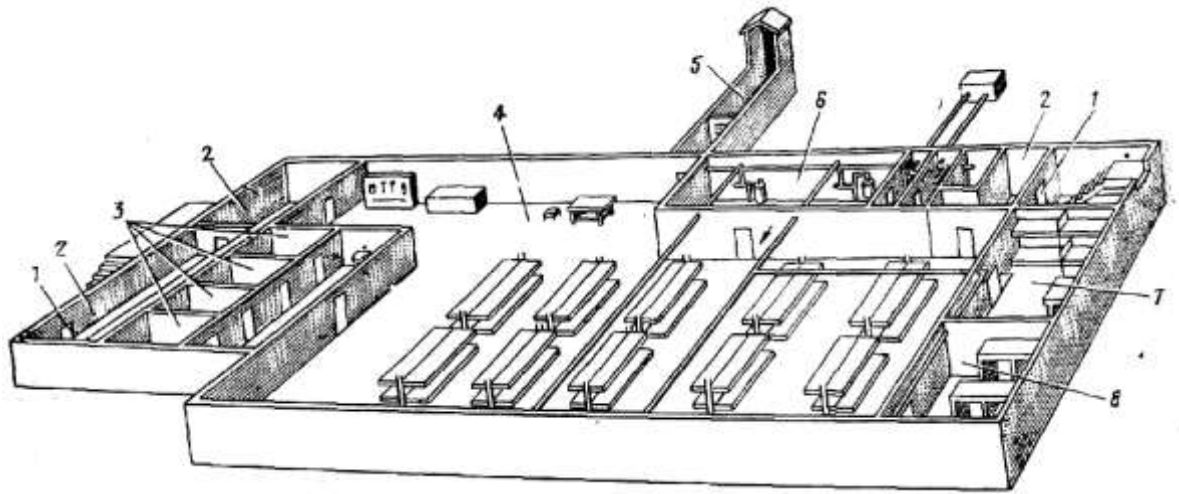


Рис.6.1. План убежища:

1- защитно-герметические двери; 2 - шлюзовые камеры (тамбуры);
 3 - санитарно-бытовые отсеки; 4 - основное помещение для размещения людей; 5 - галерея и оголовок аварийного выхода; 6 - фильтровентиляционная камера; 7 - кладовая для продуктов питания; 8 - медицинская комната.

К основным, относятся помещения для укрываемых, пункты управления и тамбур-шлюзы. К вспомогательным относятся фильтровентиляционные помещения (ФВП), санитарные узлы, защищенные дизельные электростанции (ДЭС), входы и выходы (тамбуры и предтамбуры).

Помещение для пунктов управления (ПУ) предусматривается на предприятиях, с числом работающих в наиболее многочисленной смене более 600 человек. В противном случае вместо ПУ допускается оборудование телефонной и радиотрансляционной точек в помещении для укрываемых. Рабочую комнату и комнату связи ПУ необходимо располагать вблизи одного из входов и отделить от помещения для укрываемых негоряемыми перегородками с пределом огнестойкости 1 час.

Фильтровентиляционное помещение (ФВП) должно располагаться у наружной стены вблизи входов или аварийных выходов. В убежищах небольшой вместимости (до 300 чел.) фильтровентиляционное оборудование можно располагать непосредственно в помещениях для укрываемых.

Помещение для ДЭС располагается у наружной стены и отделяется от остальных помещений негоряемыми стенами или перегородками с пределом огнестойкости 1 час. Вход в ДЭС оборудуется тамбуром с двумя

герметическими дверями, открываемыми в сторону помещения для укрываемых.

Количество входов зависит от вместимости убежища, но должно быть не менее двух. При вместимости убежища до 300 человек допускается иметь один вход, при этом вторым входом должен быть аварийный (эвакуационный) в виде тоннеля с внутренними размерами $1,2 \times 2$ и дверным проемом $0,8 \times 1,8$ м.

Для убежища вместимостью 300 человек необходимо иметь при одном из входов тамбур-шлюз. При этом для убежищ вместимостью 300...600 человек тамбур-шлюз может быть однокамерным, при большей вместимости – двухкамерным. Площадь каждой камеры тамбур-шлюза должна составлять $8...10 \text{ м}^2$ в зависимости от ширины дверного проема $0,8...1,2$ м. В наружной и внутренней стенах тамбур-шлюза должны быть защитно-герметические двери, открываемые наружу, по ходу эвакуации людей. Во всех входах, в которых не предусматриваются тамбур-шлюзы, должны быть оборудованы тамбуры. В наружных стенах тамбура устанавливаются защитно-герметические, а во внутренних – герметические двери.

В убежищах вместимостью 600 человек и более один из входов оборудуется как аварийный вход с внутренним размером $1,2 \times 2$ м. В этих же убежищах допускается предусматривать аварийный вход в виде вертикальной шахты с защищенным оголовком. В условиях стесненной городской постройки допускается на входах, совмещенных с аварийными входами, предусматривать оголовки с устройством в них лестничных маршей и защитно-герметических дверей размером $1,8 \times 1,8$ м. Выход из убежища в тоннель аварийного выхода должен закрываться защитно-герметическими и герметическими дверями или ставнями.

Системы вентиляции убежищ

Система вентиляции создается, как правило, для работы в двух режимах: чистой вентиляции (режим 1); фильтровентиляции (режим 2). В местах, где возможны наземные пожары, сильная загазованность территории вредными веществами, на предприятиях с пожароопасными производствами и вблизи АЭС в убежищах предусматривается режим регенерации (режим 3). Схема системы вентиляции показана на рис.6.2.

В режиме 1 чистой вентиляции наружный воздух с помощью электроручного вентилятора подается через противовзрывные устройства (1), которые закрываются при избыточном давлении, в расширительную камеру (2). Затем он очищается в предфильтрах (3) и (4) и поступает через

воздухоразводящие воздуховоды в помещения для укрываемых (6). Время работы в режиме 1 неограниченно.

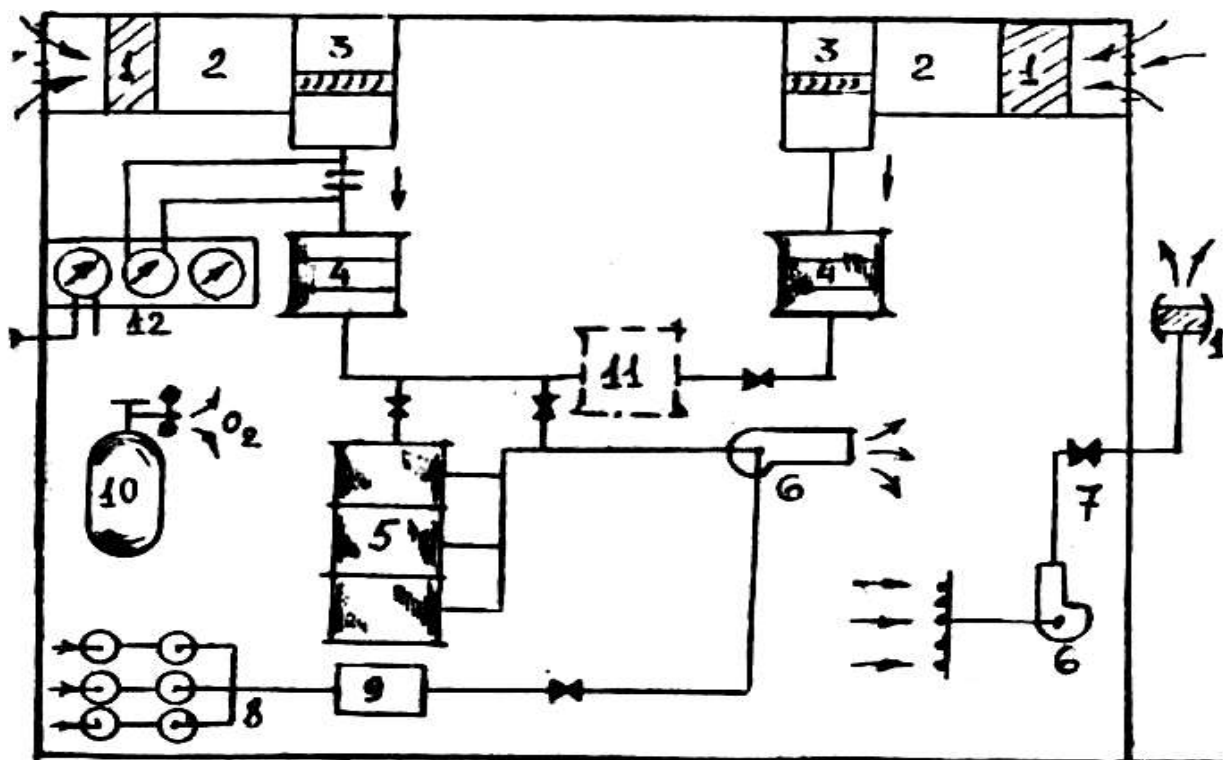


Рис.6.2. Схема системы вентиляции убежища.

В режиме 2 фильтровентиляции подаваемый воздух очищается от газообразных опасных веществ и аэрозолей. Воздух поступает по той же схеме, но в нее дополнительно включаются фильтры-поглотители ФП (5). Обеспеченность воздухом в этом режиме – 2 м³/ч на одного укрываемого; 5 м³/ч – на одного работающего на ПУ. Время работы – 12 часов.

Для очистки воздуха от окиси углерода применяют фильтр ФГ-70 (70 м³/ч) с электронагревателем и охладителем (11).

В режиме регенерации регенеративная установка (8), состоящая из 6 регенеративных патронов, засасывает воздух из помещения, где находятся укрываемые, а иногда – из фильтровентиляционной камеры и пропускает через регенеративные патроны. Очищенный воздух через теплоемкий фильтр (9) вентилятором (6) нагнетается по воздухоразводящей сети в отсеки убежища. Время работы – 6 часов. Улучшать качество воздуха можно, используя баллоны с кислородом (10). Удаляется воздух из помещения вентилятором (6) через вытяжную вентиляцию (7) и противовзрывное устройство (1). Приборы (12) позволяют контролировать и поддерживать оптимальные параметры воздуха в помещении.

Для обеспечения выхода отдельных укрываемых людей и входа их

обратно необходимо предусматривать вентиляцию одного из тамбуров. При этом количестве воздуха, подаваемого в тамбур в режиме фильтровентиляции, должно составлять не менее 25-кратного объема тамбура в час при общей продолжительности вентилирования тамбура в течение 6 минут;

Для обеспечения эксплуатационного подпора воздуха в убежищах, равного 5 кгс/м^2 , в режиме фильтрации количество удаляемого в час воздуха должно быть меньше количества приточного воздуха на величину, равную 0,6 объема помещения убежищ. В режиме чистой вентиляции количество удаляемого воздуха должно быть равным 0,9 объема приточного.

6.3. Противорадиационные укрытия

Противорадиационные укрытия (ПРУ) – это специальные инженерные сооружения, предназначенные для защиты укрываемых от проникающей радиации, попадания на кожу и одежду радиоактивных веществ (РВ), капель отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС), а также дополнительно от воздействия светового излучения и ударной волны в зоне возможных слабых разрушений. ПРУ подразделяются по вместимости, защитным свойствам и времени возведения.

По времени возведения ПРУ подразделяются на построенные заблаговременно в мирное время и быстровозводимые ПРУ, строительство которых ведется при угрозе нападения противника.

Вместимость заблаговременно построенных укрытий обычно более 50 чел., а приспособляемых – от 5 до 50 чел.

Основные требования к ПРУ: обеспечивать защиту от радиоактивных излучений, ослаблять излучение не менее чем в 50 раз; предотвращать попадание внутрь радиоактивной пыли, бактериологических аэрозолей и капельно-жидких отравляющих веществ; обеспечивать условия для непрерывного пребывания в них людей в течение двух суток.

Основное помещение – для размещения укрываемых. Нормы площади для этого помещения установлены – $0,5 \text{ м}^2$ на укрываемого.

Вспомогательные помещения: а) вход (входы) ступенчатый или наклонный и тамбур. При вместимости ПРУ до 50 чел. – оборудуется 1 вход, а при большей – два. Входные проемы в тамбур и из тамбура в помещение для укрываемых оборудуются обычными или герметическими дверями, открывающимися наружу.

б) помещение санитарного узла, в котором устанавливается выносная

герметизированная емкость. Емкость резервуаров при этом должна быть 2 л в сутки на каждого укрываемого. Вход в санузел – из тамбура.

в) помещение для хранения загрязненной одежды – размещается в одном из входов и отгораживается от помещения для укрываемых негорючими перегородками с пределом огнестойкости 1 час.

г) вентиляционное помещение предусматривается только в ПРУ вместимостью более 300 чел.

6.4. Простейшие укрытия

Простейшие укрытия ослабляют воздействие ударной волны, светового излучения, проникающей радиации и радиоактивного заражения. Требованиям к простейшим укрытиям в наибольшей степени отвечает щель. Щель может быть открытой и перекрытой, с одеждой крутости и без нее.

Щель открытая, простая уменьшает в 1,5 раза по сравнению с нахождением на открытой местности поражение ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией ядерного взрыва; возможность облучения людей в результате радиоактивного заражения местности уменьшится в 2...3 раза, а после дезактивации зараженных щелей – в 20 раз и более.

Щель перекрытая уменьшает в 2 раза радиус поражения ударной волной, полностью защищает – от светового излучения, более чем в 50 раз уменьшает воздействие проникающей радиации и радиоактивного излучения в случае заражения местности при толщине грунтовой обсыпки поверх перекрытия 60...70 см. Она защищает людей от непосредственного попадания на кожу и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств, а также от поражения обломками разрушающихся зданий и сооружений.

Следует иметь в виду, что щели не обеспечивают защиту от отравляющих веществ и бактериальных средств и в случае применения этого оружия нужно пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Простейшие укрытия строятся на территории предприятий, учреждений, учебных заведений и др. объектов. Строят щели вне зон возможных завалов (на расстоянии от наземных зданий, равном половине высоты здания, плюс 3 м), а при наличии свободной территории и дальше.

Щель без одежды крутостей роют глубиной 180...200 см, шириной по верху 110...120 см и по дну – 80 см. Длина щели определяется из расчета 0,5 м на одного человека. Для сидения вдоль одной из стен устраивают скамью, а для продуктов и воды – ниши в стенах. Вход в щели делают в виде

наклонного ступенчатого спуска или вертикального лаза с дверью или щитом. Нормальная вместимость щели 10...15 чел. и наибольшая – 40 чел. Кроме щелей в качестве простейших укрытий могут использоваться землянки, погреба, подполья.

6.5. Средства РХБ защиты защитных сооружений

К средствам РХБ защиты защитных сооружений (к средствам коллективной защиты) отнесем фильтровентиляционные установки; средства регенерации; средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования.

Фильтровентиляционные установки (ФВУ)

Фильтровентиляционные установки (ФВУ) обеспечивают очистку воздуха, подаваемого в убежище, от радиоактивных, отравляющих веществ и биологических аэрозолей; создание в нем избыточного давления и поддержание необходимого состава воздуха.

Поступающий в помещение воздух должен обеспечивать воздухообмен, необходимый для поддержания нормальных условий, обитаемости (по температуре, влажности и газовому составу воздушной среды) и создания подпора, препятствующего проникновению зараженного воздуха через неплотности и щели. Избыток воздуха стравливается из помещения в атмосферу или соседние помещения через щели и специальные переточные клапаны. Контроль за количеством подаваемого в помещение воздуха и подпором воздуха в помещении осуществляется при помощи контрольно-измерительных приборов. Контроль за отработкой фильтра-поглотителя по отравляющим веществам осуществляется путем учета суммарного времени работы фильтра, либо с помощью предупредителя проскока.

ФВУ могут работать в двух режимах:

- Режим 1 «Режим чистой вентиляции»;
- Режим 2 «Режим фильтровентиляции». [9]

При режиме чистой вентиляции наружный воздух очищается от пыли, а при режиме фильтровентиляции — от РВ, ОВ и БС.

В состав фильтровентиляционных установок могут входить:

- противовзрывные устройства;
- предфильтры;
- фильтры-поглотители универсальные (ФП-100У, ФПУ-200, ФП-300),

- фильтры поглотители окиси углерода;
- ручной или электроручной вентилятор;
- клапаны избыточного давления;
- воздухопроводы;
- контрольно-измерительные приборы.

Противовзрывные устройства предназначены для предотвращения затекания в убежища взрывной волны.

Предфильтры предназначены для очистки воздуха от пыли и грубодисперсного дыма.

По своему устройству предфильтры представляют собой набор прямых и гофрированных металлических оцинкованных сеток, заключенных в металлический корпус и пропитанных вязким смачивателем, состоящим из смеси парафина с канифолью. Пропитанные вязким смачивателем сетки способны удерживать на своей поверхности крупнодисперсные аэрозоли (в том числе и радиоактивные), вследствие прилипания их к вязкому смачивателю.

Фильтр-поглотитель (ФП) предназначен для очистки воздуха, подаваемого в убежище от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических аэрозолей.

Принцип действия фильтра-поглотителя состоит в том, что воздух, содержащий отравляющие, радиоактивные вещества и биологические средства, при помощи вентилятора засасывается по воздуховодам в верхнее или нижнее торцовое отверстие фильтра. Сначала он проходит через противоаэрозольный фильтр, где очищается от твердых частиц и тумана, затем через шихту, в которой очищается от веществ, находящихся в воздухе в парообразном или газообразном состояниях, и выходит через боковое отверстие в кожухе фильтра. Очищенный воздух подается по воздухопроводам в газозащищенные помещения.

При необходимости увеличения производительности на параллельную работу в колонке включается не более трех фильтров.

Фильтр-поглотитель представляет собой герметичный металлический цилиндр с крышкой и дном, который снаряжается фильтрующим материалом и углем-катализатором (рис. 6.2).

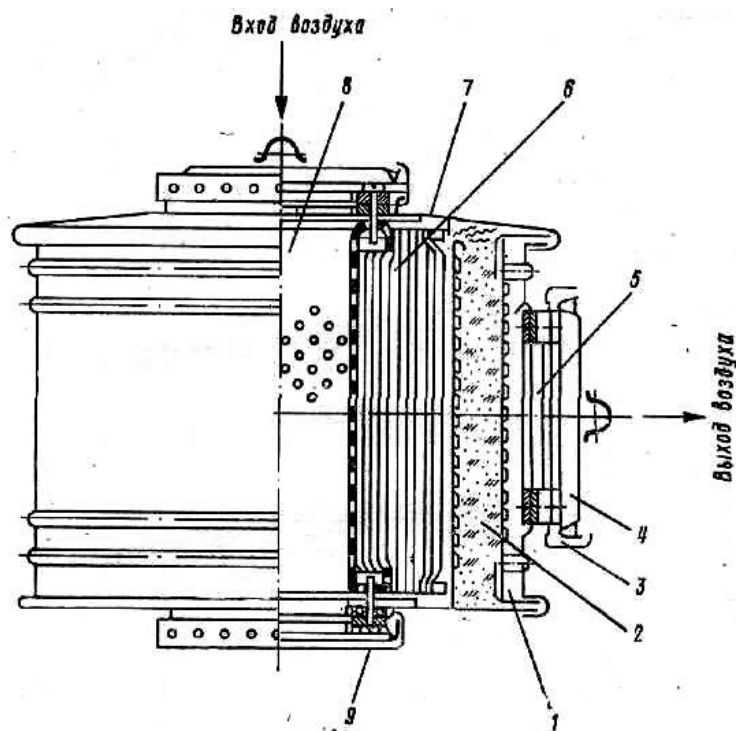


Рис. 6.2. Фильтр-поглотитель универсальный:

1 — корпус; 2 — шихта; 3 — кольцо ниппельное; 4 — заглушка с ручкой;

5 — боковое отверстие; 6 — фильтр противодымный; 7 — крышка верхняя; 8 — каркас фильтра; 9 — доньшко.

Фильтр-поглотитель имеет в корпусе три отверстия (два торцовых и одно боковое) и состоит из кожуха в сборе, двух перфорированных (дырчатых) цилиндров, обтянутых сетками, центральной трубы с отверстиями, днища, крышки. Для повышения прочности кожуха в верхней и нижней его частях имеется по два поперечных зига. Для удобства переноски на кожухе закреплены две ручки. Между перфорированными цилиндрами размещается уголь-катализатор (шихта), предназначенный для поглощения паров отравляющих и радиоактивных веществ. Между малым перфорированным цилиндром и центральной трубой расположен противоаэрозольный фильтр, предназначенный для улавливания из поступающего воздуха радиоактивной пыли, биологических аэрозолей, ядовитых дымов и туманов. Противоаэрозольный фильтр складывается из длинной полосы фильтрующего картона и имеет форму ребристого бочонка с большим количеством продольных складок. Фильтры поглотители могут оборудоваться предупредителями проскока (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Отсасывающее устройство предупредителя проскока.

В убежищах гражданской обороны применяются фильтры типа ФП-100У, ФПУ-200, ФП-300 (рис.62 и табл.23, 24).



ФП-100У



ФП-300

Рис. 6.4. Фильтры-поглотители универсальные.

Таблица 6.2.

Расчетная защитная мощность фильтров поглотителей по АХОВ [47]

Наименование АХОВ	Фильтры-поглотители			
	ФП-100у	ФП-200-59	ФПУ-200	ФП-300
Аммиак	16,6 г	23 г	23 г	11,3 г
Хлор	760 г	1050 г	1050 г	516 г

Фильтры-поглотители могут монтироваться в колонки по два-три в каждой (рис.6.5). Монтаж колонки более чем из трех фильтров не рекомендуется, так как при этом существенно увеличивается сопротивление коллектора фильтров.

В убежищах малой и средней вместимости часто применяют, фильтровентиляционные агрегаты ФВА (рис.6.6). В комплект ФВА входят: электроручной вентилятор, один фильтр-поглотитель или колонка из фильтров-поглотителей, герметический клапан, расходомер, соединительные и крепежные детали.

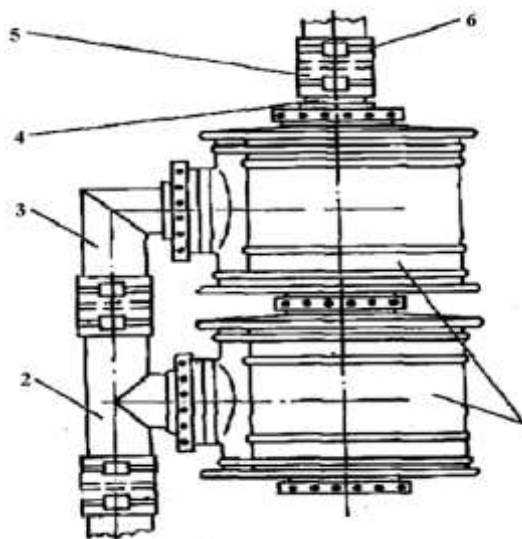


Рис. 6.5. Схема монтажа колонки из двух ФП.

1 — фильтры-поглотители; 2 — тройник; 3 — патрубок угловой;
4 — стакан с ниппелем; 5 — муфта соединительная; 6 — хомуты
стяжные.

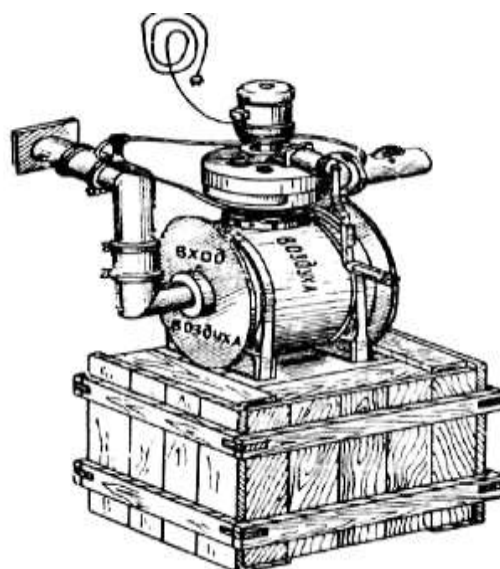


Рис. 6.6. Фильтровентиляционный агрегат с одним ФП.

Средства регенерации

В районе массовых пожаров низкое содержание кислорода и повышенное содержание углекислого газа в атмосфере воздуха не позволяет использовать этот воздух для воздухообеспечения по режиму фильтровентиляции. В этом случае возникает необходимость перевода убежища на режим 3 «Режим полной изоляции» с регенерацией внутреннего воздуха.

На «режим полной изоляции» убежище переводится также при неизвестном составе воздуха, при наличии в наружном воздухе низкокипящих и плохо сорбирующихся органических веществ (метана, этана и др.), при высоких концентрациях опасных химических веществ.

При «режиме полной изоляции» помещения для укрываемых должны иметь повышенную герметичность, чтобы полностью прекратить доступ в убежище наружного воздуха.

В комплект средств регенерации могут входить: регенерационные установки, регенеративные патроны и баллоны с кислородом.

Регенеративный патрон (РП) используется для поглощения двуокиси углерода CO_2 , выделяемой людьми при дыхании..

Принцип работы регенеративного патрона заключается в том, что воздух, проходя через патрон, очищается от углекислого газа, который вступает в реакцию с химическим поглотителем, например, содержащим

гидрат окиси кальция. Реакция протекает с выделением водяных паров и тепла. Регенеративные патроны только поглощают углекислый газ, поэтому недостаток кислорода при применении регенеративных патронов пополняется кислородом, хранящимся в кислородных баллонах. Кислород из баллонов подается в вентиляционную сеть через редуктор. Регенеративные патроны могут монтироваться в колонки по 2 и 3 патрона [47].

Регенерационные установки (РУ) предназначены для поглощения двуокси углерода CO_2 и насыщения воздуха кислородом. Регенерация сопровождается повышением температуры воздуха до $130...150\text{ }^\circ\text{C}$, что требует обязательного его охлаждения. Действие РУ основано на использовании надперекисных соединений натрия или калия, которые обеспечивают одновременное поглощение углекислого газа и выделение кислорода.

Самой современной отечественной системой регенерации воздуха является система С-2.455 (рис. 6.5) Она предназначена для регенерации воздуха по кислороду и двуокиси углерода в герметичных замкнутых объектах.

Система С-2.455 автоматически обеспечивает поддержание в атмосфере объекта: концентрации кислорода в пределах 19-21 % объемных и концентрации двуокиси углерода не более 0,5 % объемных при работе в основном режиме (с принудительной вентиляцией); концентрации кислорода в пределах 19-23 % объемных, концентрации двуокиси углерода не более 1,3 % объемных при работе в аварийном режиме (без электроэнергии)[49].



Система С-2.455 в основном режиме работы автоматизирована, процесс регенерации воздуха осуществляется автоматически по сигналу газоанализаторов.

Система имеет минимальный уровень шума, вибро- и ударопрочна.

С-2.455 работоспособна при:

- температуре окружающего воздуха от $0\text{ }^\circ\text{C}$ до $+50\text{ }^\circ\text{C}$;
- относительной влажности воздуха до 100 % при $+35\text{ }^\circ\text{C}$;
- давлении до 7 атм.

Рис. 6.5. Система химической регенерации воздуха С-2.455.

Средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования

В защитных сооружениях, после их заполнения укрываемыми, подлежат контролю три группы параметров:

- параметры газового состава воздуха;
- параметры микроклимата;
- параметры инженерно-технического оборудования.

В комплект средств контроля воздуха, микроклимата и оборудования входят: приборы газового анализа, термометры, психрометры, анемометры, тягонапоромеры.

Параметры газового состава воздуха и средства их контроля:

- кислорода не менее 16,5%;
- двуокиси углерода не более 4,0%;
- окиси углерода не более 100 мг/м³;
- метана не более 300 мг/м³;
- пыли не более 10 мг/м³.

Таблица 6.3.

Средства коллективной защиты

Состав фильтро-вентиляционной установки	Средства регенерации воздуха	Средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования
Противовзрывное устройство	Регенерационные установки типа: - РУ; - РДУ; - С-2	Приборы газового анализа: МН, КГС-К, ПГА-КМ (кислород). КГС-ОУ, ГС-СОМ (окись углерода). КГС-ДУ, КПП-ДУ (двуокись углерода). КАМ (метан); Лаза-1 (пыль).
Противопыльный префильтр	Регенеративный патрон типа РП	Термометры: - ТМ-4, ТМ-8.
Фильтры-поглотители ФП-100У; ФПУ-200; ФП-300	Баллоны с кислородом.	Психрометры: - М-19, СКВ.
Фильтры поглотители окиси углерода		Анемометры: - МС-13, АСО-3
Клапаны избыточного давления.		Тягонапоромеры: ТНЖ-Н, ТНМП, НМП, ТДМ, ДНМП, ТАК

7. Система средств выявления РХБ обстановки. Дозиметрия ионизирующих излучений

7.1. Задачи и состав системы средств выявления РХБ обстановки

Средства выявления радиационной, химической и биологической обстановки должны обеспечивать решение трех задач:

1. Установление наличия радиоактивного загрязнения, своевременное установление факта возникновения очага химического и биологического заражения и определения степени его опасности с целью оповещения и принятия необходимых мер защиты.

2. Выявление масштабов, и установление основных параметров РХБ заражения с целью подготовки обоснованных решений.

3. Контроль облучения людей, контроль радиоактивного, химического и биологического загрязнения различных объектов, воды, продовольствия и других материальных средств.

Средства выявления радиационной, химической и биологической обстановки включают: приборы выявления радиационной обстановки; средства выявления химической и биологической обстановки; комплексы выявления РХБ обстановки; средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке.

Приборы выявления радиационной обстановки можно разделить на: измерители мощности дозы, поисковые приборы, универсальные радиометры, спектрометры, измерители дозы (приборы дозиметрического контроля).

Средства выявления химической и биологической обстановки включают: средства индивидуального химического контроля, приборы химической разведки; автоматические приборы химической разведки; и переносные химические лаборатории и пробоотборники.

Комплексы выявления РХБ обстановки можно разделить на автомобильные комплексы РХБ разведки, автомобильные комплексы лабораторного контроля, воздушные и морские комплексы РХБ разведки, стационарные комплексы РХБ разведки и контроля.

Средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке включают комплекты средств малой механизации, автомобильные комплексы сбора и обработки данных, метеокомплекты.

7.2. Методы регистрации ионизирующих излучений

При прохождении излучения с энергией до нескольких МэВ через вещество детектора возможно взаимодействие с атомными электронами, электрическим полем ядра и с ядерным полем нуклонов ядра. Следствием этих взаимодействий может явиться упругое и неупругое рассеяние частицы и ее поглощение. При этом в веществе детектора может произойти: ионизация атомов и молекул с нарушением химических связей; возбуждение атомов и молекул; ядерные реакции, приводящие к изменению химического состава и возможному появлению радиоактивных изотопов; радиационные дефекты в кристаллических решетках и т.д.

В зависимости от того, какое физико-химическое явление, происходящее в среде под действием ионизирующего излучения, регистрируется, различают ионизационный, химический сцинтилляционный, фотографический и другие методы измерения ионизирующих излучений.

Ионизационный метод. Сущность ионизационного метода измерения заключается в том, что под воздействием ионизирующих излучений в среде происходит ионизация молекул, в результате чего электропроводность этой среды увеличивается. Если в нее поместить два электрода, к которым приложено постоянное напряжение, то между электродами возникает направленное движение ионов, т.е. происходит так называемый ионизационный ток, который легко может быть измерен. К детекторам, основанным на ионизационном методе, относятся ионизационные камеры и газоразрядные счетчики различных типов. Ионизационный метод положен в основу принципа работы таких приборов, как ДП-5А (Б), ДП-3Б, ДП-22В и ИД-1.

Химический метод. Сущность химического метода измерения состоит в том, что молекулы некоторых веществ в результате воздействия ионизирующих излучений распадаются, образуя новые химические соединения. Количество вновь образованных веществ можно определить различными способами. Наиболее удобным для этого является способ, основанный на изменении плотности окраски реактива, с которым вновь образованное химическое соединение вступает в реакцию. На этом методе основан принцип работы химического дозиметра гамма-и нейтронного излучения ДП-70 МП.

Сцинтилляционный метод. Сущность сцинтилляционного метода измерения состоит в том, что некоторые вещества (сернистый цинк, йодистый натрий, вольфрамат кальция и др.) светятся при воздействии на них ионизирующих излучений. Возникновение свечения является следствием

возбуждения атомов под действием излучения: при возвращении в основное состояние атомы испускают фотоны видимого света различной яркости (сцинтилляции). Фотоны видимого света улавливаются специальным прибором - так называемым фотоэлектронным умножителем, способным регистрировать каждую вспышку. Сцинтилляционный метод положен в основу работы индивидуального измерителя дозы ИД-11.

Фотографический метод основан на степени почернения фотоэмульсии. Под воздействием ИИ молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоэмульсии, разлагаются на серебро и бром. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение пленки при ее проявлении. Плотность почернения пропорциональна поглощенной энергии излучения [50].

7.3. Типы дозиметрических приборов и требования к ним

Типы дозиметрических приборов по функциональному назначению

Средства, используемые для измерения или контроля ионизирующих излучений, делятся на дозиметрические, радиометрические, спектрометрические, многоцелевые (универсальные) приборы и блоки детектирования.

Схематично деление дозиметрических приборов по функциональному назначению показано в табл. 7.1.

Таблица 7.1.

Деление дозиметрических приборов по функциональному назначению

Характеристики источника ионизирующего излучения			
Спектр	Активность	Мощность дозы излучения	Доза излучения
(МэВ, РН)	(Бк, Ки)	(Р/ч, рад/ч, бэр/ч, Гр/с, Зв/с)	(Р, рад, бэр, Гр, Зв)
Спектрометр	Радиометр	Измеритель мощности дозы	Измеритель дозы
Универсальный радиометр		Дозиметр	
Универсальный радиометр			

Дозиметры - приборы, измеряющие экспозиционную или поглощенную дозу излучения или мощность этих доз, интенсивность

излучения, перенос энергии или передачи энергии объекту, находящемуся в поле излучений.

Радиометры - приборы, измеряющие излучения для получения информации об активности нуклида в радиоактивном источнике, удельной, объемной активности, потоке ионизирующих частиц или квантов, радиоактивном загрязнении поверхностей, флюенсе ионизирующих частиц.

Спектрометры - приборы, измеряющие распределение ионизирующих излучений по энергии, времени, массе и заряду элементарных частиц и т.д.; по одному и более параметрам, характеризующим поля ионизирующих излучений.

Универсальные приборы совмещают функции дозиметра и радиометра, радиометра и спектрометра.

Блоки детектирования представляют собой конструктивные объединения детектора излучения, электронных устройств, выполняющих функции преобразования, усиления, дискриминации, формирования сигнала детектора и согласования выхода блока детектирования или непосредственно детектора с волновым сопротивлением линии связи.

Условные обозначения средств измерений и правила их построения

Буквенное обозначение средств измерений должно состоять из трех элементов. Первый элемент обозначает функциональное назначение средств измерений. Второй элемент обозначает физическую величину, измеряемую средством измерений. **Третий элемент** обозначает вид ионизирующего излучения. Расшифровка элементов приведена в табл. 7.2.

Примеры:

- ДДБ - дозиметр поглощенной дозы бета-излучения;
- БДУГ - блок детектирования удельной активности гамма-излучения.

Таблица 7.2.

Условные обозначения средств измерений

Первый элемент (назначение)	Второй элемент (измеряемая величина)	Третий элемент (вид излучения)
Д - дозиметры	Д - поглощенная доза	А - □
Р - радиометры	М - мощность поглощенной дозы	Б - □
С - спектрометры	Э - экспозиционная доза фотонного излучения;	Г - □

БД - блоки детектирования	Р - мощность экспозиционной дозы фотонного излучения	Р- рентгеновское
УД-устройства детектирования	В - эквивалентная доза излучения	Н - нейтронное
	Б - мощность эквивалентной дозы	П - протонное
М-комбинированные средства измерений (дозиметры-радиометры, дозиметры-спектрометры, радиометры-спектрометры);	Ф - поток энергии ионизирующих частиц;	Т - тяжелые частицы
	Н - плотность потока энергии ионизирующих частиц	С - смешанное излучение
	Т - перенос энергии ионизирующих частиц	Х - прочие излучения
	И - активность радионуклида в источнике	
	У - удельная активность радионуклида	
	Г - объемная активность РН в газе	
	Ж - объемная активность РН в жидкости	
	А - объемная активность аэрозоля	
	З - поверхностная активность РН	
	С - перенос ионизирующих частиц	
	Ч - временное распределение ионизирующего излучения	
К - две и более физических величин		

8. Приборы выявления радиационной обстановки

8.1. Классификация приборов выявления радиационной обстановки

В общем случае приборы выявления радиационной обстановки делят на дозиметры, радиометры, спектрометры, универсальные приборы (совмещают функции дозиметра и радиометра, радиометра и спектрометра и пр.), блоки детектирования.

Для обозначения средств выявления радиационной обстановки в системе ГО и ЧС часто используется термин **дозиметрическая аппаратура**.

Дозиметрическую аппаратуру подразделяют на радиометры-рентгенметры, бортовые рентгенметры, комплекты индивидуальных дозиметров.

Наиболее полной классификацией с нашей точки зрения является деление приборов радиационной разведки на следующие пять групп: измерители мощности дозы (носимые, бортовые, стационарные), поисковые приборы, измерители дозы, универсальные радиометры, спектрометры.

Таблица 8.1.

**Приборы радиационной разведки и контроля
(дозиметрическая аппаратура)**

Измерители мощности дозы			Поисковые приборы	Универсальные радиометры	Спектрометры	Измерители дозы
Носимые	Бортовые	Стационарные				
ДП-5В	ДП-3Б	ДП-64	СРП-68	ИМД-12	УПД-Р	ДП-22В
ИМД-5	ИМД-21Б	ИМД-21С	СРП-88Н	РУБ-01П	МАРС-4П	ДП-24
ИМД-1Р	ДКГ-01Д	ИМД-2С		МКС-01Р	«Прогресс»	ИД-1
ИМД-2Н	ИМД-2Б			МКС-05Н		ИД-02
ДРГ-01Т	РАП-1			РЗС-10Н		ИД-11
ДБГ-04А	ИМД-31			РЖС-5		КДТ-02
ДБГ-06Т				РУБ-ОТП-4		ДП-70
ДКС-04						АКИДК-201

8.2. Измерители мощности дозы

Измеритель мощности дозы ДП-5В

Измеритель мощности дозы ДП-5В (рис. 8.1) предназначен для измерения уровней гамма-излучения и радиоактивной зараженности различных объектов по гамма-излучению. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения определяется в миллирентгенах или рентгенах час (мР/ч, Р/ч) для той точки пространства, в которой помещен при измерениях зонд прибора. Также этим прибором можно обнаружить бета-зараженность.

Основные технические данные прибора ДП-5В: диапазон измерения по гамма-излучению от 50 мкР/ч до 200 Р/ч в диапазоне энергий от 0,084 до 1,25 МэВ. Прибор имеет шесть поддиапазонов измерений.

При измерении мощностей доз гамма-излучения или суммарного бета- и гамма-излучения в пределах от 50 мкР/ч до 5 Р/ч отсчет ведется по верхней шкале (0-5) с последующим умножением на соответствующий коэффициент

поддиапазона, а отсчет мощностей доз от 5 до 200 Р/ч - по нижней шкале (5...200).

Прибор имеет звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов, которые присоединяют к измерителю мощности дозы. При обнаружении радиоактивного заражения в телефонах прослушиваются щелчки, причем их частота увеличивается с увеличением мощности гамма-излучений.

Прибор работает в интервале температур воздуха от -50 до $+50$ °С при относительной влажности $65 \pm 15\%$. При температуре $+20$ °С допустима более высокая относительная влажность - до 98%.

Питание осуществляется от двух элементов типа КБ-1, обеспечивающих непрерывную работу в нормальных условиях в течение 40 ч. Для работы в темноте шкалы прибора отсвечиваются. При необходимости для питания прибора можно использовать внешние источники постоянного тока напряжением 3,6 и 12В. Для подключения их к приборам в комплекте имеется делитель напряжения.

Масса прибора с элементами питания около 3,2 кг, а полного комплекта в укладочном ящике - 8,2 кг [51].

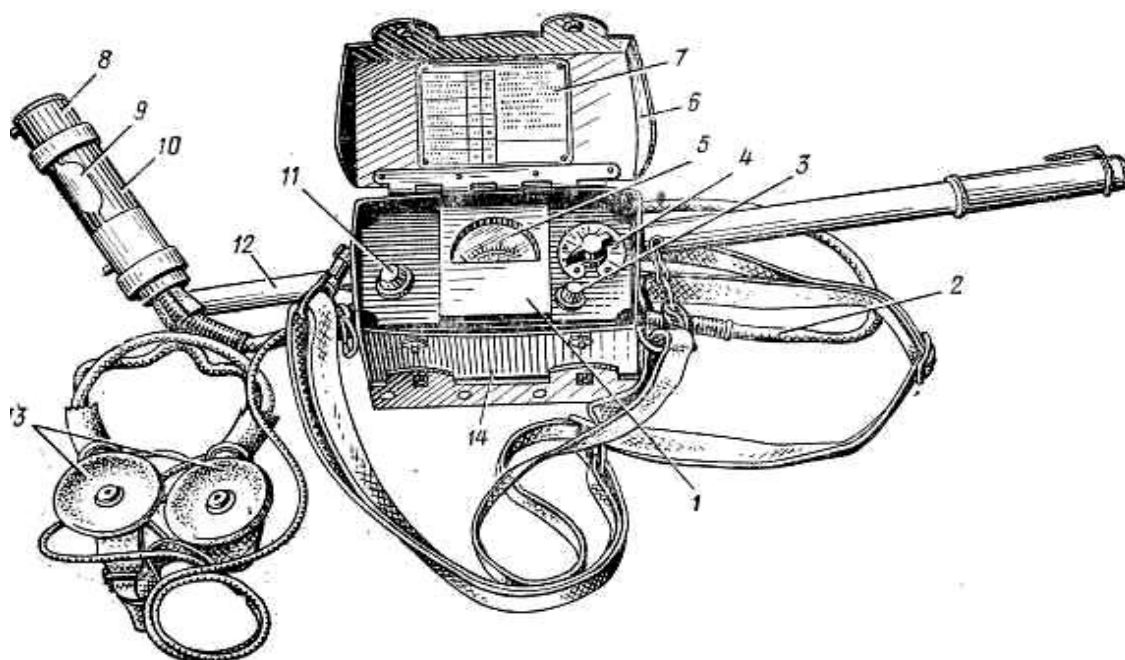


Рис. 8.1. Измеритель мощности дозы ДП-5В:

1 — измерительный пульт; 2 — соединительный кабель; 3 — кнопка сброса показаний; 4 — переключатель поддиапазонов; 5 — микроамперметр; 6 — крышка футляра прибора; 7 — таблица допустимых значений

заражения объектов: 8 — блок детектирования; 9 — поворотный экран; 10 — контрольный источник; 11 — тумблер подсвета шкалы микроамперметра; 12 — удлинительная штанга; 13 — головные телефоны; 14 — футляр.

Измеритель мощности дозы ИМД-2

Измеритель мощности дозы ИМД-2 предназначен для измерения мощности дозы гамма – излучения при ведении радиационной разведки и контроля радиационной обстановки в интересах экипажей наземной техники и летательных аппаратов. Прибор имеет 3 варианта исполнения: ИМД-2Н (носимый), ИМД-2Б (бортовой), ИМД-2С (стационарный).

ИМД-2 обеспечивает измерение мощности поглощенной дозы гамма-излучения в диапазоне 10 мкрад/ч...1000 рад/ч. Применяется в стационарных и носимых условиях, на летательных и подвижных объектах. Может использоваться на таможенных постах, проходных и т.д. для контроля за перемещением расщепляющихся материалов. Вес изделия – 1,6 кг [52].

Технические характеристики

Диапазон измерения от 10 мкрад/ч до 1000 рад/ч.

Основная погрешность средних показаний – не более 30 %.

Время измерения:

- на поддиапазоне до 1000 рад/ч составляет 2 сек;
- на поддиапазоне до 1 рад/ч составляет 4 сек;
- на поддиапазоне до 500 рад/ч составляет 40 сек.

Диапазон рабочих температур от –50 до +55 °С.

Ресурс работы не менее 10000 часов.

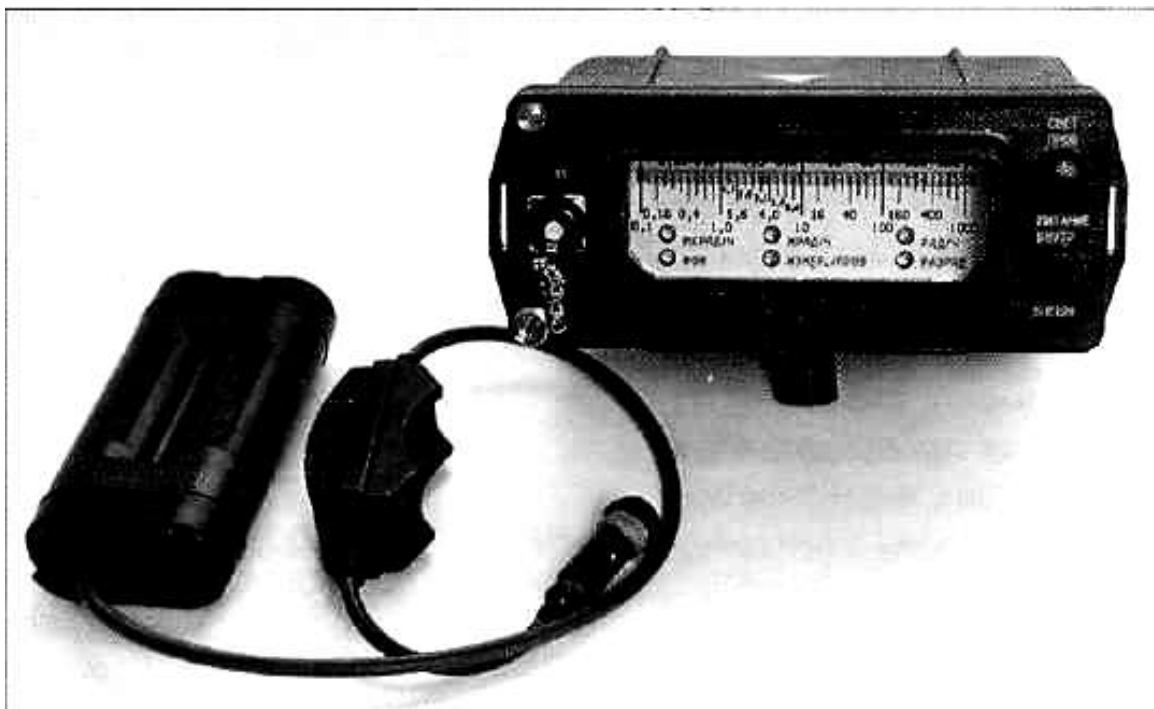


Рис. 8.2. Измеритель мощности дозы фотонного излучения ИМД-2.

Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДРГ-01Т

Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДРГ-01Т является цифровым широкодиапазонным носимым дозиметром фотонного излучения.

Дозиметр предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы на рабочих местах, в смежных помещениях и на территории предприятий, использующих радиоактивные вещества и другие источники ионизирующих излучений, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения. Кроме того, может быть использован для контроля эффективности биологической защиты, радиоактивных упаковок и радиоактивных отходов, а также измерения мощности экспозиционной дозы в период возникновения, протекания и ликвидации последствий аварийных ситуаций. ДРГ-01Т часто используется для измерений с выдачей официальных заключений об уровне мощности дозы.

ДРГ-01Т позволяет измерять мощность экспозиционной дозы гамма-излучения и зараженности поверхностей предметов и продуктов питания радиоактивными веществами по интенсивности гамма-излучения в диапазоне от 10 мкР/ч до 100 Р/ч. Прибор обеспечивает измерение мощностей доз дозы гамма-излучения в двух режимах: «Поиск»; «Измерение».

В режиме «Поиск» обеспечивается измерение мощности дозы в диапазоне от 100 мкР/ч до 100 Р/ч.

В режиме "Измерение" обеспечивается измерение мощности дозы в диапазоне от 10 мкР/ч до 10 Р/ч.

Время измерения мощности дозы гамма-излучения в режиме "Поиск" составляет 2 с, в режиме "Измерение" - 20с. Погрешность измерения в режиме "Поиск" составляет +/- 40%, в режиме "Измерение" +/-15%.

Источник питания - элемент "Корунд", обеспечивающий непрерывную работу прибора в течение 100 ч. Масса прибора 0,5 кг.

Прибор работоспособен при мощности дозы гамма-излучения до 1000 Р/ч. При мощности дозы гамма-излучения более 1000 Р/ч на шкале цифрового индикатора высвечивается при любом режиме работы символ «П» (переполнение).

На лицевой стороне прибора имеются:

- шкала цифрового индикатора;
- переключатель поддиапазонов измерения и выключатель прибора с обозначениями: " мР/ч ", " Р/ч ", "Выкл ";
- переключатель режимов работы с положениями: "Измерение", "Поиск", "Контроль ";
- кнопка сброса показаний "Сброс";
- кнопка подсветки шкалы индикатора.

В отдельном отсеке, под крышкой, размещается источник питания - элемент "Корунд".

Принцип работы. В газоразрядных счетчиках под воздействием гамма-квантов генерируются электрические импульсы тока, поступающие на формирование входного потока импульсов, входной каскад которого преобразует импульсы тока в импульсы напряжения с амплитудой, необходимой для регистрации дальнейшей счетной схемой. С выхода делителя частоты формирователя импульсного потока импульсы поступают на четырехразрядный счетчик. Накопленная информация за время измерения на счетчике поступает в дешифратор, преобразующий двоично-десятичную информацию счетчика в семисегментный позиционный код, который фиксируется (высвечивается) на индикаторе.

Устройство. В качестве детекторов излучения используются два счетчика СБМ-20 и два счетчика СИЗ4Г (СИ40Г) с корректирующими свинцовыми фильтрами для выравнивания энергетической зависимости чувствительности. Нормальное рабочее положение дозиметра, соответствующее максимальной чувствительности, - направление излучения, перпендикулярное плоскости расположения детекторов (геометрический

центр обозначен знаком «+» на задней крышке дозиметра). Конструктивно дозиметр выполнен из двух частей - корпуса и крышки, соединенных между собой тремя винтами (рис.8.3). Внутри корпуса расположены три платы печатного монтажа: индикации, управления, детекторов с размещенными на них деталями электронной схемы.

В качестве корректирующих фильтров применена свинцовая фольга, плакированная оловом (3 слоя для счетчиков СБМ-20 и 5 слоев для счетчиков СИЗ4Г).

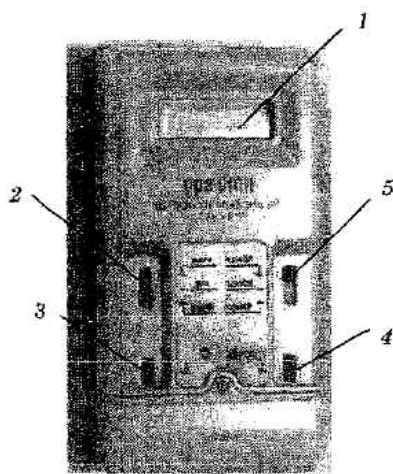


Рис. 8.3. Дозиметр ДРГ-01Т:
1 – жидкокристаллический индикатор; 2 - переключатель поддиапазонов измерения и выключения дозиметров: мР/ч, Р/ч, «ВЫКЛ»; 3 - кнопка подсветки; 4 - кнопка сброса показаний «СБРОС»; 5 - переключатель режимов работы «ИЗМЕР», «ПОИСК», «КОНТР».

Измеритель мощности дозы ИМД-21

Измеритель мощности дозы ИМД-21 (рис. 8.4) предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. Диапазон измерений от 1 Р/ч до 10000 Р/ч с погрешностью $\pm 20\%$. Имеет в комплекте датчик и измерительный пульт, соединенные кабелем. Прибор выпускается в двух вариантах: ИМД-21С - стационарный - и ИМД-21Б - бортовой.

Прибор ИМД-21С используется в убежищах, где размещается защищенный пункт управления. Датчик прибора устанавливается снаружи убежища, защищается от воздействия ударной волны и соединяется с измерительным пультом, размещенным внутри убежища, кабелем длиной 200м.

Питание приборов: ИМД-21С - от электрической сети убежища, ИМД-21Б - от аккумуляторов транспортных средств.

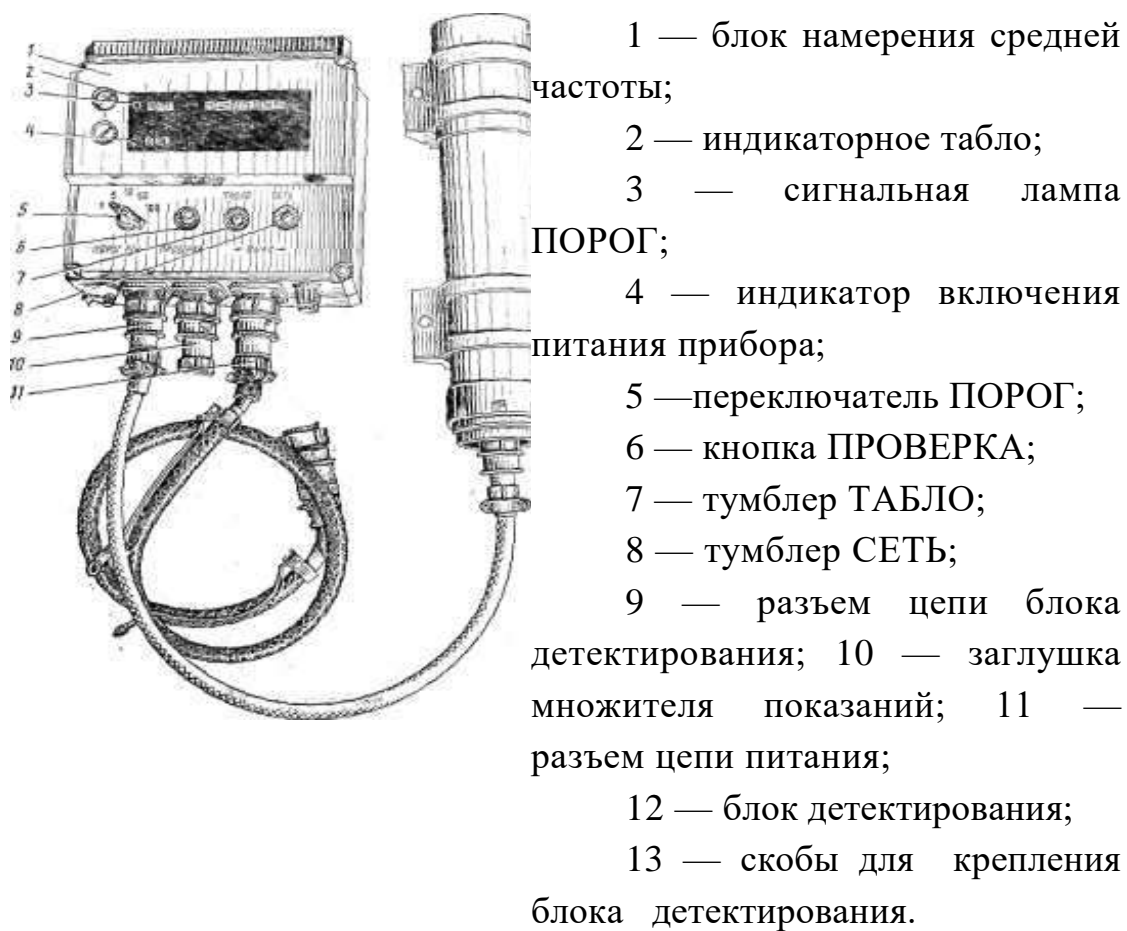


Рис. 8.4. Измеритель мощности дозы ИМД-21Б.
**Многофункциональный дозиметр гамма-излучения
 ДКГ-01Д «Гарант» («Сталкер»**



Рис. 8.5. Дозиметр ДКГ-01.

Дозиметр ДКГ-01 «Сталкер» определяет и фиксирует координаты точки измерения мощности дозы гамма-излучения при гамма-съемке. Измерение мощности дозы в определенной точке при гамма-съемке проводится на высоте 1 м, а координаты точки измерения фиксируется ДКГ-01 «Сталкер» с точностью (СКО) 50 м.

Дозиметр (рис. 8.5) способен заменить многие приборы, выполненные на газоразрядных счетчиках. ДКГ-01Д измеряет дозу, полученную оператором и информирует об интенсивности гамма-излучения звуковым сигналом, включает тревожную сигнализацию при превышении установленных порогов по мощности дозы гамма-излучения в помещении, где ведутся работы с радиоактивными источниками и установками. Прибор имеет стандартный интерфейс связи с ПЭВМ. Он может использоваться для поиска источников в аварийных ситуациях, измерения мощности дозы в труднодоступных местах и для обследования грузов, транспорта, территорий. И, наконец, ДКГ-01Д может использоваться в качестве монитора гамма-излучения в помещениях и в уличных условиях. Он может накапливать до 1000 результатов измерений, проводимых через установленное время.

Технические характеристики:

Детекторами являются газоразрядные счетчики.

Диапазон энергий гамма-излучения 0,05...3,0 МэВ.

Диапазон измерения:

— мощности экспозиционной дозы гамма-излучения $0,1...3 \times 10^6$ мкЗв/ч.

— экспозиционной дозы гамма-излучения $1,0...3 \cdot 10^6$ мкЗв.

Вывод информации: цифровая индикация; звуковая сигнализация; интерфейс RS-232.

Емкость запоминающего устройства результатов 1000.

Устанавливаемые циклы измерений... 1...9999 с.

Рабочая температура, °С: .. -20-+50 (минус 40...+50 без индикации).

Корпус герметичный, водозащищенный и ударопрочный.

Питание: блок сменных батарей 6 В.

Время работы с комплектом батарей не менее 100 ч.

Масса прибора не более 0,4кг.

8.3. Поисковые приборы

Сцинтилляционный геологоразведочный прибор СРП-88
Сцинтилляционный геологоразведочный прибор СРП-88 (рис.8.6)

предназначен для измерения радиоактивности горных пород и руд по гамма-излучению при поисковой радиометрической съемке местности (СРП-88Н) и каротаже шпуров и скважин (СРП-88Н1). Могут быть использованы для контроля окружающей среды, в том числе на АЭС и прилегающих к ним территориях.



Рис. 8.6. Прибор СРП-88.

Диапазон измерений.....	10...30000 с ⁻¹
Начальный энергетический порог регистрации:	
— СРП-88Н.....	50 кэВ;
— СРП-88Н1.....	20 кэВ.
Основная погрешность.....	± 10 %.
Время непрерывной работы	8 ч.
Масса рабочего комплекса СРП-88Н ...	2,2 кг (СРП-88Н1...4,1 кг).

Прибор геологоразведочный сцинтилляционный СРП-88Н представляет собой носимый радиометр гамма-излучения. Он состоит из блока детектирования (БДПГ-22Н в СРП-88Н или БДПГ-23Н в СРП-88Н1), преобразующего кванты гамма-излучения в электрические импульсы пульта универсального цифрового измерителя средней частоты импульсов. Прибор предназначен для косвенных измерений радиоактивности горных пород и руд по гамма-излучению при радиометрической съемке местности. Прибор измеряет естественное гамма-излучение при начальном энергетическом пороге регистрации не более 50 кэВ. Диапазон измерений потока гамма-излучений от 10 до 30000 1/сек. Диапазон разбит на 5 поддиапазонов.

8.4. Универсальные радиометры

Универсальный радиометр ИМД-12

Измеритель универсальный ИМД-12 (рис.8.6) предназначен для измерения:

- мощности экспозиционной дозы гамма-излучения;
- внешнего бета излучения с единицы поверхности;
- удельной альфа и бета активности продовольствия, воды и фуража.

Прибор измеряет:

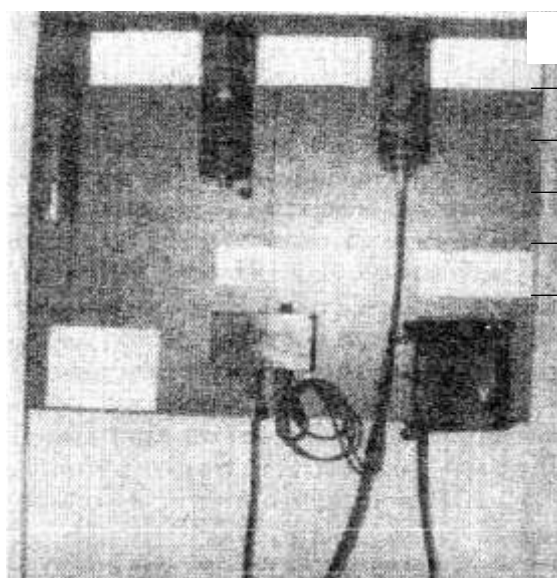
- 1) Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения от 10 мкР/ч до 1000 Р/ч.
- 2) Внешнее бета-излучение от 5×10^3 до 5×10^6 частиц/(см²·мин).
- 3) Удельную активность бета-радионуклидов от 10^{-6} до 10^{-3} Ки/кг.
- 4) Удельную альфа-активность радионуклидов плутония-239 от 10^4 до 10^7 Ки/кг.

Измеритель ИМД-12 состоит из измерительного пульта ИМД-12-1, блоков детектирования ИМД-12-2, ИМД-12-3, ИМД-12-4, ИМД-12-5 и блока питания ИМД-12-6.

Измерительный пульт включает: таймер, счетные декады, узел автоматики, оперативную память, дешифратор, цифровые индикаторы.

Блок детектирования ИМД-12-2 с детекторами СБМ-20 и СИ-38Г предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения от 50 мкР/ч до 1000 Р/ч в диапазоне энергий 0,08...3,00МэВ.

Блок детектирования ИМД-12-3 с детектором СБМ-19 предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения от 10 до 3000 мкР/ч в диапазоне энергий 0,08...3,00 МэВ.



Состав прибора ИМД-12:

- Пульт измерительный ИМД-12-1;
- Блок детектирования ИМД-12-2;
- Блок детектирования ИМД-12-3;
- Блок детектирования ИМД-12-4;
- Блок детектирования ИМД-12-5;
- Блок питания ИМД-12-6;
- Блок питания ИМД-12-7;
- Штанга
- Устройство переходное.

Рис. 8.6. Универсальный радиометр ИМД-12.

Блок детектирования ИМД-12-4 с детектором ФЭУ-148 + пластмассовый сцинтиллятор предназначен для измерения плотности потока бета-частиц от 5×10^3 до 5×10^6 бета-частиц/(см²×мин) в интервале граничных энергий 0,16...2,5МэВ.

Блок детектирования ИМД-12-5 с детектором ФЭУ-110 + пластмассовый сцинтиллятор предназначен для измерения:

— удельной бета-активности воды, пищевых продуктов и фуража от 10^{-6} до 10^{-3} Ки/кг в интервале граничных энергий 0,16...2,5 МэВ:

— удельной альфа-активность радионуклидов плутония-239 от 10^4 до 10^7 Ки/кг.

Таблица 8.2

Характеристика блоков детектирования

Тип блока детектирования	Тип детектора и вид излучения		Единицы измерения	Диапазон индикации	Диапазон измерения
ИМД-12-3	СБМ-19	гамма	мкР/ч	$1 \dots 10^4$	10...3000
ИМД-12-2	СБМ-20	гамма	мР/ч	$10^{-2} \dots 100$	0,05...100
	СИ-38Г	гамма	Р/ч	$10^{-2} \dots 10^3$	0,1...1000
ИМД-12-4	ФЭУ-148+ ПЛ.СЦ	бета	част см ² ·мин	$10^3 \dots 10^7$	$5 \times 10^3 \dots 5 \times 10^6$
ИМД-12-5	ФЭУ-110+	бета	Ки/кг	$10^{-6} \dots 10^{-3}$	$10^{-6} \dots 10^{-3}$
	ПЛ.СЦ	альфа	Ки/кг	$10^{-4} \dots 10^{-1}$	$10^{-4} \dots 10^{-1}$

ПЛ.СЦ - пластмассовый сцинтиллятор

Таблица 8.3

Технические характеристики ИМД-12

Параметр	Значение
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения	±25 %
Погрешность измерения удельной активности раствора Pu-239	не более ±80 %
Время установления рабочего режима	не более 2 мин
Время непрерывной работы от комплекта батарей:	

по альфа - и бета-излучениям	50 ч
по гамма-излучению	100 ч
Габаритные размеры, мм (Масса, кг):	
Пульт измерительный ИМД-12-1	203×185×85 (1,5)
Блоки детектирования: ИМД-12-2	78×80×105 (1,0)
ИМД-12-3	78×80×275 (0,9)
ИМД-12-4	диаметр 68×410 (1,55)
Измеритель датчиков при воздействии вибраций и механических ударов работает при пониженном давлении	до 450 мм рт. ст.
Диапазон рабочих температур	минус 50...+50 °С

8.5. Спектрометры

Универсальный портативный детектор радионуклидов

Универсальный портативный детектор радионуклидов (УПД-Р) предназначен для измерения ЭД гамма-излучения, обнаружения непосредственно в объектах окружающей среды или в пробах (твердых и жидких) радионуклидов, определения их изотопного состава и активности.

Принцип действия основан на измерении спектра гамма-квантов сцинтилляционным детектором на основе кристалла Na(Tl) и плотности потока альфа-, бета-частиц поверхностно-барьерным кремниевым детектором.

Применение метода совпадений позволяет даже в условиях высокого радиоактивного фона без использования свинцовой защиты приблизить чувствительность гамма-канала прибора к чувствительности спектрометра на основе охлаждаемого кристалла Ge(Li) объемом 100 см³ в свинцовой защите 100 мм. Визуализация и обработка информации производится на встроенной микроЭВМ с графическим дисплеем.

К системному блоку возможно дополнительное подключение газоразрядного счетчика БДБГ-1 для проведения дистанционного радиационного контроля, спектрометрического детектора для рентгено-флюоресцентного анализа или альфа-спектрометрического детектора.

В прибор вмонтирован закрытый радиоактивный источник Eu-154 активностью около 10 Бк (в сто тысяч раз меньше минимально значимой) и детектор, регистрирующий бета-частицы Eu-154.

Таблица 8.4.

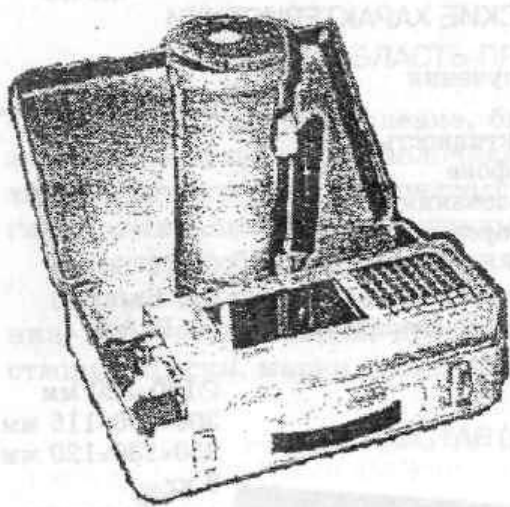
Технические характеристики

Характеристика	Значение
----------------	----------

Диапазон излучения МЭД гамма-излучения при экспозиции 10 с	0,01-10 ⁵ мкЗв/ч
Минимально обнаруживаемая активность при нормальном радиационном фоне и экспозиции 1000 с	
по альфа-частицам Am-241	0,002 Бк/см ²
по гамма-квантам Cs-134 в режиме совпадений	0,2 Бк/см ²
по гамма-квантам Cs-137 в режиме без совпадений	50 Бк/кг
Габаритные размеры:	
блок детекторов	Диам-100×320 мм
системный блок	300×156×115 мм
чемодан	350×230×120 мм
Масса	8 кг
Питание	аккумуляторы 12 В×35 А/ч

Спектр гамма-квантов Eu-154, детектируемых кристаллом NaJ(Tl), выделяется из общего гамма-спектра по сигналам временных совпадений от бета-частиц Eu-154 и используется для непрерывной автоматической калибровки по энергии шкалы гамма-тракта и его стабилизации. Использование реперного радиоактивного источника повышает надежность прибора и освобождает от процедуры энергетической калибровки по образцовым гамма-источникам.

Прибор удобен в обращении и имеет необходимое программное и методическое обеспечение. Рассчитан на обслуживание одним оператором квалификации не ниже техника.



Устройство

Прибор состоит из двух соединенных кабелем модулей: системного блока и блока детекторов. Для удобства эксплуатации блок детекторов и системный блок размещены в металлическом чемодане.

При проведении измерений оба блока могут использоваться и вне чемодана, для чего блок детекторов снабжен ручкой, а

системный блок - наплечным ремнем.

Рис. 8.7. Детектор УПД-Р.

8.6. Измерители дозы

К измерителям дозы (приборам контроля радиоактивного облучения) относятся комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В, комплект общевойскового измерителя дозы ИД-1, комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11 и КДТ-02 и химические дозиметры ДП-70МП.

Комплект ДП-22В (ДП-24)

Комплект ДП-22В (ДП-24) предназначен для измерения доз гамма-облучения людей при нахождении их на местности, зараженной радиоактивными веществами. Комплект ДП-22В(рис.8.8) состоит из зарядного устройства ЗД-5 и 50 индивидуальных дозиметров ДКП-50А. Масса комплекта без источников питания 5,5 кг.

Зарядное устройство ЗД-5 предназначено для зарядки дозиметров. На его верхней панели расположены: ручка потенциометра, зарядное гнездо с колпачком и крышка отсека питания. Зарядное устройство питается от двух элементов типа 1,6 ПМЦ-У-8, которые обеспечивают работу прибора в течение не менее 30 ч.

Дозиметр ДКП-50А предназначен для измерения доз гамма-излучения от 2 до 50 Р при мощностях доз от 0,5 до 200 Р/ч. Показания отсчитываются по шкале, расположенной в дозиметре, цена деления составляет 2 Р. Саморазряд дозиметров в нормальных условиях за 24ч не превышает двух делений шкалы. Работоспособность дозиметра обеспечивается в интервале температур от -40 до +50 °С. Масса дозиметра 32г.

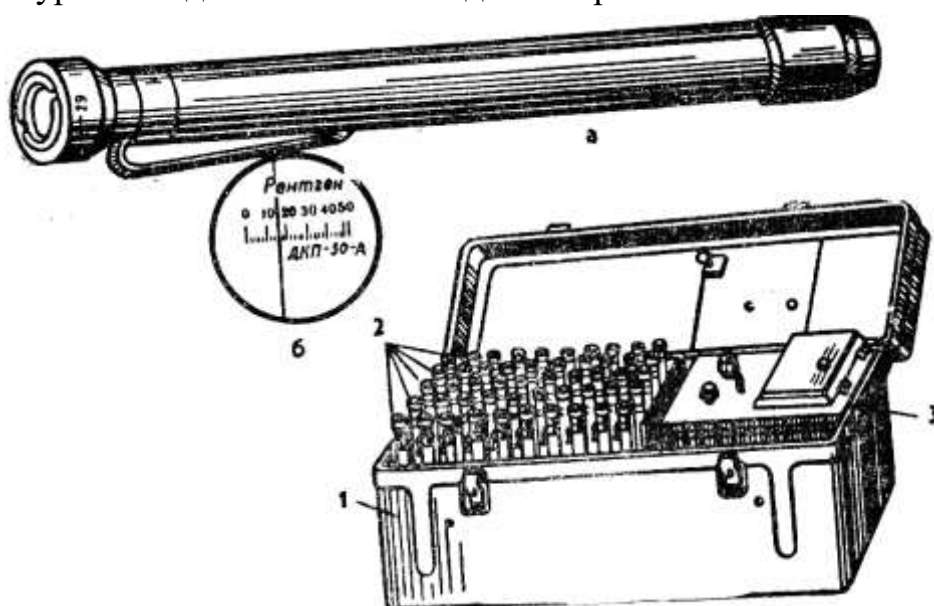


Рис. 8.8. Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В:

1 — укладочный ящик. 2 - дозиметры ДКП-50А. 3 — зарядное устройство Дозиметр ДКП-50А; а — общий вид, б — шкала.

В рабочее состояние дозиметр приводится путем зарядки. Для этого необходимо: отвинтить защитную оправу дозиметра и защитный колпачок зарядного гнезда; повернуть ручку потенциометра влево до отказа; вставить дозиметр в зарядное гнездо (при этом включается подсветка зарядного гнезда и высокое напряжение); наблюдая в окуляр, слегка нажать на дозиметр и поворачивать ручку потенциометра вправо до тех пор, пока изображение нити на шкале дозиметра не установится на "0", после этого вынуть дозиметр из зарядного гнезда, проверить положение нити при дневном свете (при вертикальном положении нити ее изображение должно быть на «0»), затем завернуть защитную оправу дозиметра и колпачок зарядного гнезда.

При воздействии гамма-излучения в ионизационной камере дозиметра образуется ионизационный ток, в результате чего заряд дозиметра уменьшается пропорционально дозе облучения. Держа дозиметр, против света и наблюдая через окуляр за изображением нити, можно в любой момент произвести отсчет полученной дозы облучения. Отсчет необходимо производить при вертикальном положении изображения нити.

Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1

Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1 (рис. 8.9) предназначен для измерения поглощенных доз нейтронного и гамма-излучения.

В комплект входит 10 индивидуальных прямо показывающих дозиметров (аналогичных ДКП-50А) и зарядное устройство ЗД-6. Диапазон измерений доз от 20 рад до 500 рад. Диапазон рабочих температур от -50 до +50 °С. Погрешность измерений $\pm 20\%$. Для измерений доз нейтронного излучения ионизационная камера дозиметра покрыта составом, испускающим гамма-излучение при действии нейтронов.

Вес комплекта - 2,0 кг.



Рис. 8.9. Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1:

Комплект из 10 прямопоказывающих дозиметров – измеряет поглощенную дозу гамма- и нейтронного излучения в диапазоне 20...500 Рад.

Включает зарядное устройство.

Комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11

Комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11 предназначен для индивидуального контроля облучения людей с целью первичной диагностики радиационных поражений. В комплект входят 500 индивидуальных измерителей дозы ИД-11, расположенных в пяти укладочных ящиках, измерительное устройство ГО-32 в укладочном ящике, градуировочный “ГР” и перегрузочный “ПР” детекторы. Масса комплекта 36 кг.

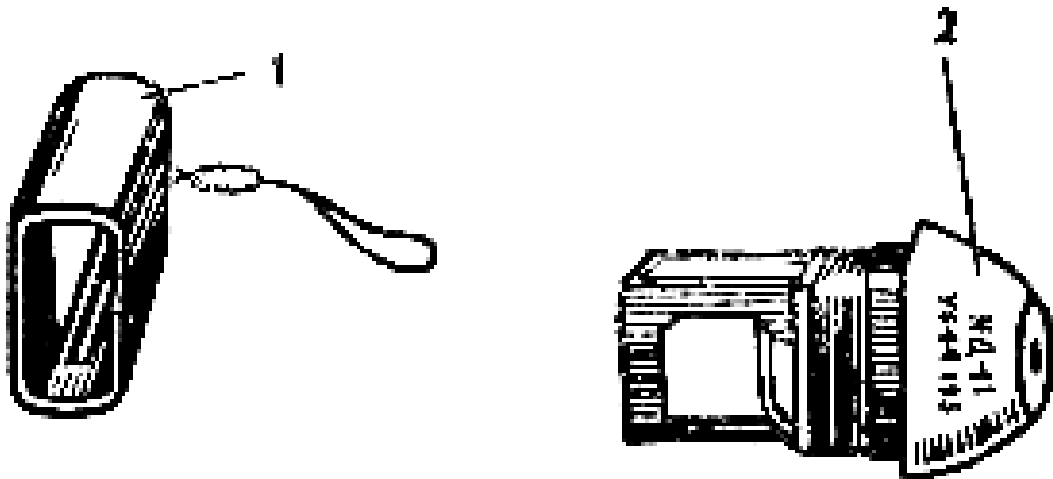


Рис. 8.10. Индивидуальный измеритель дозы ИД-11:

1 – корпус, 2 – держатель с детектором.

Конструктивно ИД-11 состоит из корпуса и держателя со стеклянной пластинкой (детектором). На держателе указан порядковый номер комплекта и порядковый номер индивидуального измерителя. На корпусе имеется шнур в форме петли для закрепления ИД-11 в кармане. Для предотвращения бесконтрольного вскрытия детектора на гайку надевается специальная пломба из полиэтилена, которая перед измерением извлекается с помощью

специального приспособления. Для вскрытия и закрытия ИД-11 на передней панели ИУ установлен ключ.

Совместно с измерительным устройством индивидуальный измеритель дозы ИД-11 обеспечивает измерение поглощенной дозы гамма - и смешанного гамма-нейтронного излучения в диапазоне от 0,1 до 15 Гр (от 10 до 1500 рад).

Работоспособность ИД-11 обеспечивается в интервале температур от -50 до +50 °С в условиях относительной влажности до 98%. Доза облучения суммируется при периодическом облучении и сохраняется в дозиметре течение 12 месяцев.

Облученный ИД-11 обеспечивает показания измерительного устройства с погрешностью $\pm 15\%$ через 14 ч после облучения при хранении в нормальных условиях. Индивидуальный измеритель дозы обеспечивает многократное измерение одной и той же дозы. Масса ИД-11 равна 25 г.

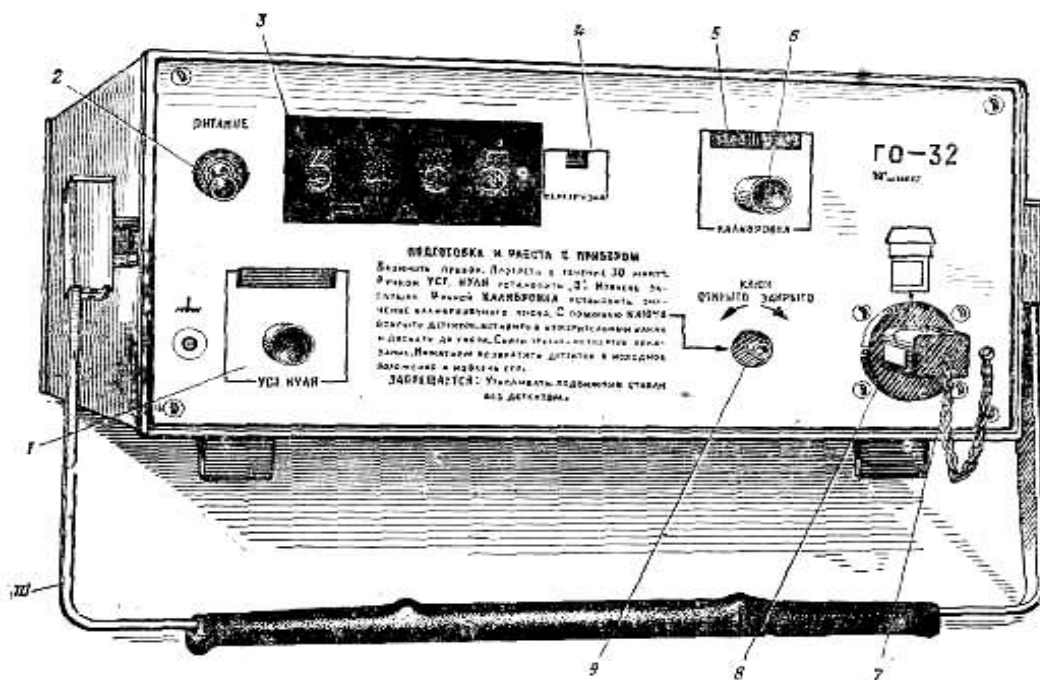


Рис.8.11. Измерительное устройство ГО-32:

1 – ручка УСТ. НУЛЯ. 2 – тумблер ПИТАНИЕ. 3 – индикаторное табло. 4 – индикация перегрузки. 5 – калибровочное число. 6 – ручка КАЛИБРОВКА. 7 – заглушка. 8 – гнездо для установки детектора. 9 – ключ для вскрытия детектора. 10 – ручка для переноски.

Дозиметр ДП-70МП

Дозиметр ДП-70МП - предназначен для измерения дозы гамма и нейтронного облучения в пределах от 50 до 800 рад. Он представляет собой (рис.8.12) стеклянную ампулу, содержащую бесцветный раствор. Ампула

помещена в пластмассовый (ДП-70МП) или металлический (ДЛ-70М) футляр. Футляр закрывается крышкой, на внутренней стороне которой находится цветной эталон, соответствующий окраске раствора при дозе облучения 100 Р (рад). Дозиметр обеспечивает измерение доз облучения в интервале температур от - 40 до + 50 °С как при однократном, так и при многократном облучении. Масса дозиметра 46,5 г. Его носят в кармане одежды. При работе раствор в ампуле дозиметра не должен подвергаться действию прямого солнечного света, поскольку это может вывести его из строя.

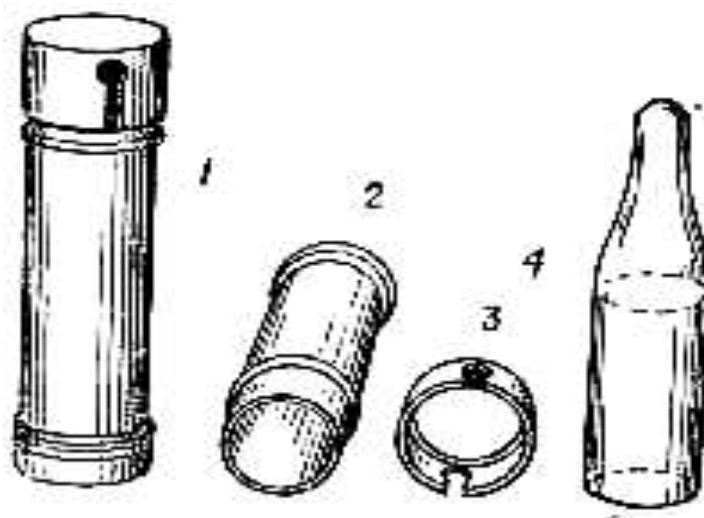


Рис. 8.12. Индивидуальный химический измеритель дозы ДП-70МП:
1 – общий вид; 2 – футляр; 3 – крышка футляра с цветным эталоном;
4 – измеритель дозы.

Доза облучения, поглощенная дозиметром, измеряется с помощью полевого колориметра ПК-56М (рис.8.13). Корпус колориметра имеет отсчетное окно, призму с окуляром, ампулодержатель и стопорный винт. Отсчет доз облучения производится по шкале колориметра непосредственно в рентгенах (радах). Внутри корпуса колориметра имеется диск со светофильтрами, окраска которых соответствует интенсивности окраски раствора в ампулах при дозах облучения в 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450, 600 и 800 Р (рад). Масса колориметра с укладочным футляром — 1,4 кг.

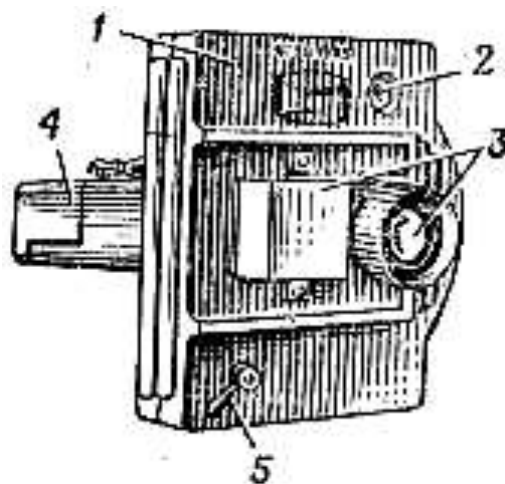


Рис. 8.13. Полевой колориметр ПК-56М:

1 – корпус; 2 – отсчетное окно; 3 – призма с окуляром; 4 – ампулодержатель; 5 – стопорная втулка.

9. Средства выявления химической обстановки

9.1. Краткая характеристика методов индикации ОХВ

Индикация опасных химических веществ (ОХВ) – это процесс обнаружения, определения и идентификации ОХВ в различных средах.

Обнаружение – процесс установления факта присутствия ОХВ (качественный анализ).

Определение – установление количественного содержания ОХВ (количественный анализ).

Идентификация – установление конкретных химических веществ из группы веществ, обладающих подобными свойствами.

Индикация может осуществляться периодически или непрерывно.

Периодический контроль осуществляется обычно двумя способами:

- экспресс-анализ (с использованием переносных средств);
- лабораторный анализ (с использованием лабораторного оборудования).

Задачи непрерывного контроля могут быть решены также двумя способами:

- индикация по внешним признакам (применяются органолептические методы индикации);
- автоматическая индикация (с использованием автоматических газоанализаторов и газосигнализаторов).

Для индикации ОХВ применяют разнообразные методы. Наиболее широко используются следующие методы:

- органолептические методы индикации;

- химические методы индикации;
- физические методы индикации;
- физико-химические методы индикаций.
- биохимические методы индикации;
- биологические методы индикации.

Требования к средствам индикации: высокая чувствительность, надежность показаний, простота и удобство, непрерывность анализа, дешевизна по стоимости.

Органолептические методы индикации ОХВ

Органолептические методы основаны на использовании обонятельного, зрительного и слухового анализаторов человека.

Химические методы индикации ОХВ

Химические методы индикации ОХВ основаны на регистрации индикационного эффекта химической реакции анализируемого вещества с определенными реактивами.

ОХВ при взаимодействии с определенными реактивами способны давать осадочные или цветовые реакции. Эти реакции должны обеспечивать обнаружение ОХВ в концентрациях, не опасных для здоровья людей, т. е. должны быть высокочувствительными и, по возможности, специфичными.

Необходимость обнаружения незначительных количеств ОХВ в воздухе и воде достигается применением адсорбентов и органических растворителей, с помощью которых ОХВ извлекается из анализируемой пробы, а затем подвергается концентрированию.

Специфичность реакции определяется способностью реактива взаимодействовать только с одним определенным ОХВ или определенной группой веществ, сходных по химической структуре и свойствам. В первом случае – это специфические реактивы, во втором – групповые. Большинство известных реактивов являются групповыми; они используются для установления наличия ОХВ и степени заражения ими среды.

Химическую индикацию ОХВ осуществляют путем реакции на бумаге (индикаторные бумажки), адсорбенте или в растворах.

При выполнении реакции на бумаге используют такие реактивы, которые при взаимодействии с ОХВ вызывают изменение цвета индикаторной бумаги. При просасывании зараженного воздуха через индикаторную трубку ОХВ поглощается адсорбентом, концентрируется в нем, а затем реагирует с реактивом с образованием окрашенных соединений.

Это позволяет определять с помощью индикаторных трубок такие концентрации ОХВ, которые нельзя обнаружить другими способами.

При выполнении индикации в растворах, ОХВ предварительно извлекается из зараженного материала, а затем переводится в растворитель, в котором и происходит взаимодействие ОХВ со специфическим реактивом. В зависимости от исследуемого материала, типа ОХВ и реактива, в качестве растворителя используют воду или органические соединения, чаще всего – этиловый спирт или петролейный эфир.

Химический метод реализован в индикаторных трубках. Они позволяют определять основные типы отравляющих веществ, а также - гептил (ИТ-1т), окислы азота (ИТ-36, ИТ-45), окись углерода (ИТ-28), хлор (ИТ-45).

Для определения галогенов (хлор) используют бензидин. В результате реакции образуется желтое окрашивание, переходящее в синий цвет.

Для индикации соединений азота используется специальный реактив Грисса – Илосвая.

Для определения аммиака применяется реактив Несслера (желтая окраска).

Для индикации ртути в газоанализаторах индикаторная лента пропитывается раствором сульфида селена (желтое окрашивание), которое переходит при взаимодействии с парами ртути в черный цвет.

Для индикации фосфорорганических соединений применяется анализ с помощью переокисления в щелочной среде (перекись водорода). Метод реализован в индикаторной трубке на зарин и в газоанализаторе ГСП-1.

Физические методы индикации ОХВ

К физическим методам отнесем ионизационные, фотометрические, спектральные методы.

Ионизационные методы основаны на измерении электропроводности объема газов в присутствии анализируемого вещества.

В основе фотометрических методов индикации лежит зависимость оптических свойств смеси от концентрации определяемого компонента. Производится определение оптической плотности различных химических веществ, по изменению которой и определяется концентрация ОХВ. Для измерения светопоглощения используются фотометры и спектрофотометры, в основе работы которых лежит закон поглощения света окрашенными растворами (закон Ламберта-Бера).

Обычно для фотометрии используют область, в которой идет наибольшее поглощение света. Причем для аналитических целей пригодны только те цветовые реакции, в ходе которых развивается окраска, пропорциональная концентрации исследуемого вещества. Например, этими методами можно определить концентрацию карбоксигемоглобина в крови.

Фотометрические методы делят на колориметрические, фотоколориметрические и спектрофотометрические.

1. Колориметрические методы основаны на сравнении окраски анализируемого и стандартного раствора визуальным методом.

2. Фотоколориметрические методы основаны на измерении интенсивности светового потока, прошедшего через растворенное вещество фотоэлектрическим методом.

3. Спектрофотометрические методы основаны на измерении интенсивности монохроматического излучения (определенной длины волны). Теоретической основой метода является поглощение света излучения растворами.

Спектральные методы индикации. Спектропоглощение характеризуется зависимостью интенсивности поглощения от концентрации.

Спектральные методы анализа могут быть в областях спектра: видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной. Они характеризуются зависимостью интенсивности света от длины волны.

Принцип инфракрасной спектроскопии: если частота падающего инфракрасного излучения будет равна собственной частоте колебаний связи, произойдет резонансное поглощение энергии инфракрасного излучения. Собственная частота для каждой функциональной группы, которая входит в состав сложного соединения, является специфичной, поэтому, измеряя частоту инфракрасного излучения, при которой наблюдается максимальное поглощение энергии, мы определяем вид этой функциональной группы.

Физико-химические методы индикации ОХВ

К физико-химическим методам отнесем электрохимические и хроматографические.

В основе электрохимических методов лежит принцип измерения электропроводности раствора электролита в присутствии анализируемого вещества.

Хроматографический метод основан на разделении веществ по зонам их максимальной концентрации и определении их количества в различных фракциях. В практике нашли применение различные виды хроматографии: бумажная, тонкослойная, жидкостная, газожидкостная и др. Эти методы являются весьма перспективными, так как позволяют определить содержание различных химических веществ в исследуемых объектах в самых малых количествах.

Биохимические методы индикации ОХВ

Биохимический метод индикации основан на способности некоторых ОХВ нарушать деятельность ряда ферментов.

Этот метод позволяет определить активность ферментов в организме человека и определить концентрацию ингибиторов, то есть веществ, угнетающих ферменты.

Практическое значение имеет холинэстеразная реакция для определения фосфорорганических соединений (ФОС).

Фермент: ацетилхолинэстераза; холинэстераза.

Ингибитор: органические соединения фосфора.

Субстрат: ацетилхолинхлорид (продукт, получающийся при действии ингибитора на фермент).

Основная функция фермента в том, чтобы быстро снизить концентрацию ацетилхолина. ФОС угнетают активность холинэстеразы — фермента, гидролизующего ацетилхолин. Это свойство ФОС и используется для индикации. Стандартный препарат холинэстеразы подвергают воздействию вещества с исследуемого объекта, а затем по изменению цвета индикатора сопоставляют время гидролиза ферментом определенного количества ацетилхолина в опыте и контроле. Главным преимуществом биохимического метода индикации является его высокая чувствительность. Например, в воздухе ФОС определяются в концентрации 0,0000005 мг/л.

Принцип действия фотометрического газоанализатора основан на том, что анализируемый воздух просасывается через индикаторную ленту прибора, которая пропитана жидким реагентом, который взаимодействует с определенным компонентом и дает окрашенные продукты. Изменения окраски ленты служат мерой концентрации анализируемой газовой смеси.

Биологические методы индикации ОХВ

Биологические методы индикации основаны на наблюдении за развитием патологических и патологоанатомических изменений у

лабораторных животных, зараженных ОХВ. Этот метод лежит в основе токсикологического контроля и имеет большое значение для индикации новых ОХВ или токсических веществ, которые нельзя определить с помощью табельных индикационных химических приборов. Индикация биологическим методом осуществляется достаточно длительное время и требует специальной подготовки персонала и наличия лабораторных животных, в связи с чем его используют главным образом в санитарно-эпидемиологических учреждениях.

9.2. Номенклатура средств выявления химической обстановки

Средства выявления химической обстановки можно разделить на средства непрерывного действия и средства периодического действия.

К средствам непрерывного действия относятся средства индивидуального химического контроля и автоматические приборы.

Средства периодического действия включают приборы химической разведки, химические лаборатории и пробоотборники.

Средства индивидуального химического контроля:

- индикаторные пленки АП-1;
- комплект химического контроля КХК-2;
- войсковой индивидуальный комплект химического контроля ВИКХК;
- индивидуальное средство химического контроля ИСХК.

Приборы химической разведки:

- войсковой прибор химической разведки ВПХР;
- прибор химической разведки медицинской и ветеринарной служб ПХР-МВ;
- медицинский прибор химической разведки МПХР;
- полуавтоматический прибор химической разведки ППХР;
- полуавтоматический газоопределитель ПГО-11;
- универсальный переносной газоанализатор УГ-2;
- полуавтоматический универсальный прибор газового контроля УПГК.

Автоматические приборы химической разведки:

- прибор радиационной и химической разведки ПРХР (ПКУЗ-1-2);
- автоматические газосигнализаторы типа ГСП;
- автоматические газосигнализаторы типа ГСА;
- спектрометры ионной подвижности «СИП»;
- автоматический прибор газового анализа АПГА-Б;

— фотоионизационный газоанализатор типа «Колион-1».

Переносные химические лаборатории и пробоотборники:

— полевые химические лаборатории (ПХЛ, МПХЛ, ПВХТЛ);

— мини-экспресс лаборатории «Инспектор-кейс» и «Пчелка»;

— комплект приспособлений для отбора проб КПО.

Номенклатура средств химической разведки и контроля приведена в табл. 45, а их краткая характеристика в табл. 9.1.

Таблица 9.1.

Средства химической разведки и контроля

Средства индивидуального хим. контроля	Приборы химической разведки	Автоматические приборы	Химические лаборатории и пробоотборники
АП-1	ВПХР	ПРХР (ПКУЗ-1-2)	ПХЛ
КХК-2	ПХР-МВ	ГСП	МПХЛ
ВИКХК	МПХР	ГСА	«Инспектор кейс»
ИСХК	ППХР	СИП	«Пчелка»
	ПГО-11	АПГА-Б.	КПО
	УГ-2, УПГК		

9.3. Средства индивидуального химического контроля

Для обеспечения дееспособности спасателей в условиях химического заражения применяются средства индивидуального химического контроля. К ним относятся:

— индикаторные пленки АП-1;

— комплект химического контроля КХК-2 (КХК-2 - комплект индикаторных бумаг для обнаружения аэрозолей ОВ в воздухе и на зараженных поверхностях);

— войсковой индивидуальный комплект химического контроля ВИКХК (обеспечивает высокочувствительное обнаружение в воздухе и оценку зараженности воды фосфоорганическими веществами, ипритом и люизитом).

— индивидуальное средство химического контроля ИСХК (предназначено для принятия оперативного решения о возможности снятия индивидуальных средств защиты органов дыхания).



Рис. 9.1. Войсковой индивидуальный комплект химического контроля.

9.4. Приборы химической разведки

Приборы химической разведки позволяют определять тип отравляющих веществ в воздухе, на местности, на технике и на других объектах.

В настоящее время для обнаружения ОВ используют ВПХР. Подразделения РХБ разведки кроме этого имеют приборы ППХР и ПГО-11 (ПГО-11 полуавтоматический прибор обнаружения ОВ на вертолетах РХР и в полевых лабораториях). Эти средства основаны на использовании индикаторных трубок.

Войсковой прибор химической разведки ВПХР

ВПХР предназначен для определения наличия в воздухе, на местности, на технике и на снаряжении отравляющих веществ типа зарин (GB), зомана (GD), иприта (HD), фосген (CG), синильная кислота (AC), хлорциана, а также паров Ви-Икс (VX) и Би-Зет (BZ) в воздухе.

Прибор (рис. 9.2) состоит из корпуса с крышкой и размещенных в них ручного насоса, бумажных кассет с индикаторными трубками, противодымных фильтров, насадки к насосу, защитных колпачков, электрофонаря, грелки и патронов к ней. Кроме того, в комплект прибора входит лопатка, инструкция-памятка по работе с прибором, инструкция-памятка по определению ОВ типа зоман и инструкция по эксплуатации прибора. Для переноски прибора имеется плечевой ремень с тесьмой. Масса прибора 2,2 кг.

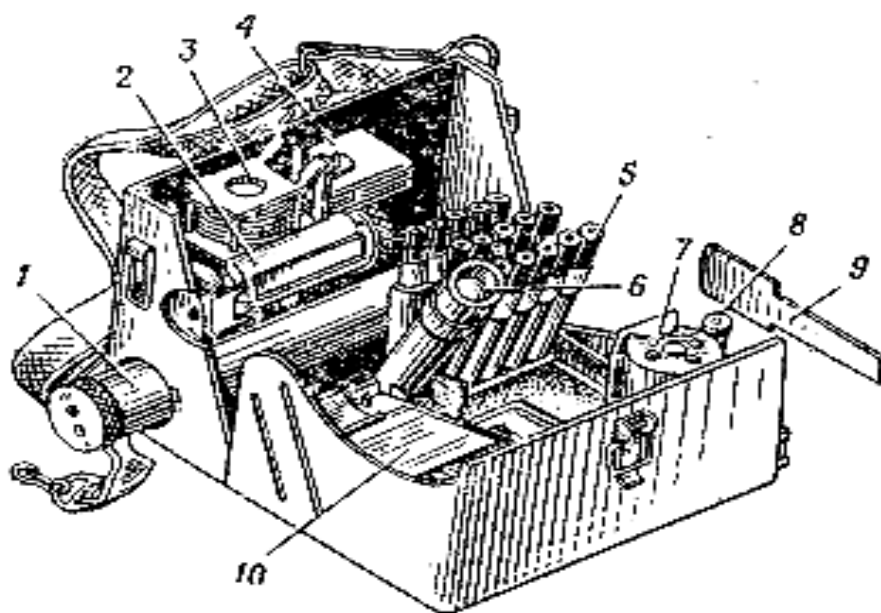


Рис. 9.2. Войсковой прибор химической разведки ВПХР:

1 - ручной насос; 2 - насадка к насосу, 3 - защитные колпачки, 4 - противодымные фильтры, 5 - патроны химической грелки, 6 - электрический фонарь, 7 - грелка, 8 - штырь, 9 - лопатка, 10 - кассеты с индикаторными трубками.

Ручной насос - поршневой, служит для прокачивания воздуха через индикаторные трубки. При 50 качаниях насоса в 1 мин через индикаторную трубку проходит 1,8...2 л воздуха (Рис. 9.3).

Насадка к насосу предназначена для работы с прибором в дыму, при определении ОВ на почве, технике и других предметах, а также в пробах сыпучих материалов. Насадка позволяет увеличивать количество паров ОВ, проходящих через индикаторную трубку. В насадку вставляется противодымный фильтр для определения ОВ в дыму и защитные колпачки для определения ОВ в сыпучих продуктах.

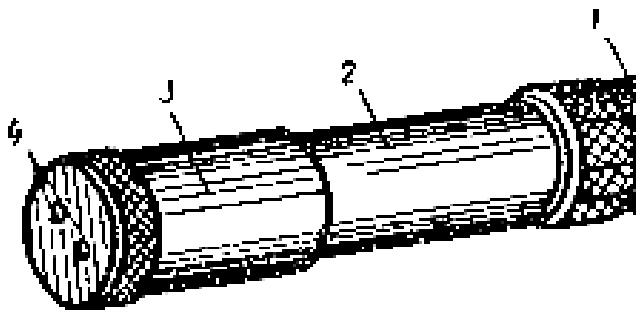


Рис. 9.3. Ручной насос:

1 – головка насоса; 2 – цилиндр насоса;
3 – ручка насоса; 4 – ампуловскрывать.

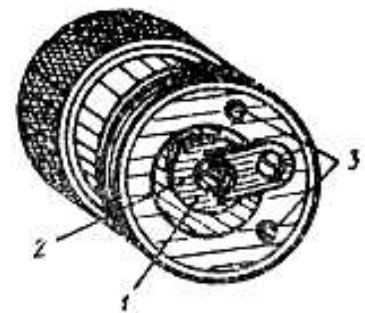


Рис. 9.4. Головка насоса:

1 – нож; 2 – гнездо для установки ИТ; 3 – углубления для обламывания концов ИТ.

Противодымные фильтры используются для определения ОВ в дыму или в воздухе, содержащем пары веществ кислого характера, а также для определения ОВ в почве или сыпучих материалах. Фильтр представляет собой пластинку из специального картона, состоящую из одного слоя фильтрующего материала и нескольких слоев капроновой ткани.

Защитные колпачки служат для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от попадания капель стойких ОВ и для помещения проб почвы и сыпучих материалов.

Бумажная кассета служит для размещения десяти индикаторных трубок с одинаковой маркировкой. На лицевой стороне кассеты наклеена этикетка (эталон) с изображением окраски индикаторной трубки (ее наполнителя) при наличии ОВ в воздухе и кратким указанием порядка работы с индикаторной трубкой (порядок работы с трубками на нервно-паралитические ОВ указан в специальной инструкции-памятке). Примерную концентрацию паров ОВ в воздухе можно определить, сравнивая интенсивность окраски наполнителя трубки с эталоном на кассете.

В комплект прибора обычно входит 3 кассеты по 10 трубок в каждой: одна кассета для определения ФОВ, другая - для определения фосгена, дифосгена, синильной кислоты и хлорциана и третья - для определения иприта.

В зависимости от задач химической разведки количество индикаторных трубок и их комплект могут быть изменены.

Индикаторные трубки предназначены для определения ОВ и представляют собой запаянные с двух сторон стеклянные цилиндры, внутри которых помещены наполнитель и одна, две стеклянные ампулы с реактивами (в трубке с желтым кольцом ампулы отсутствуют). На верхней

части каждой трубки нанесена условная маркировка, показывающая для обнаружения, какого ОВ она предназначена:

- красное кольцо и красная точка (ИТ-44) - для определения зарина, зомана и Ви-Икса;
- три зеленых кольца (ИТ-45) - для определения фосгена, дифосгена, синильной кислоты и хлорциана;
- одно желтое кольцо (ИТ-36) - для определения иприта.

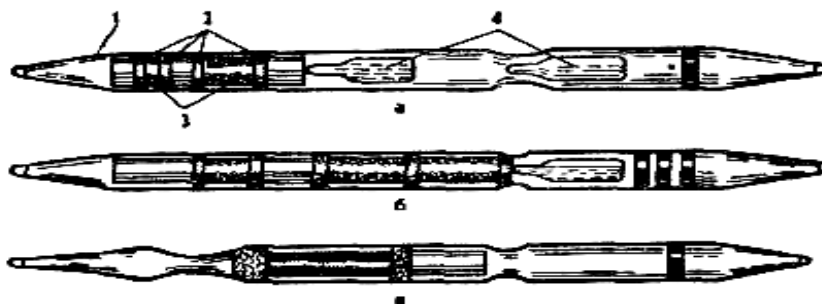


Рис. 9.5. Индикаторные трубки для определения ОВ:

а - зарина (GB), зомана (GD) и Ви-икса (VX): 1 - корпус трубки; 2 - ватные тампоны; 3 - наполнитель; 4 - ампулы с реактивами. б - фосгена (CG), синильной кислоты (AC) и хлорциана (СК); в — иприта (HD).

Грелка предназначена для нагревания индикаторных трубок при определении отравляющих веществ при пониженной температуре окружающего воздуха. Ее используют, кроме того, для подогрева индикаторных трубок на иприт при температуре ниже $+10^{\circ}\text{C}$ и трубок на фосфорорганические отравляющие вещества при температуре ниже 0°C , а также для оттаивания реактивов в индикаторных трубках.

Определение с помощью ВПХР ОВ в воздухе. При подозрении на наличие в воздухе ОВ надевают противогаз и исследуют воздух с помощью индикаторных трубок. Исследование проводят сначала трубками с красным кольцом и красной точкой; затем трубками с тремя зелеными кольцами и, наконец, трубкой с желтым кольцом.

Определение ОВ на местности, технике и вооружении. Открыть крышку прибора и вынуть насос; достать необходимую индикаторную трубку, вскрыть ее и вставить в головку насоса; навернуть на насос насадку, оставив откинутым прижимное кольцо; надеть на воронку насадки защитный колпачок; приложить насадку защитным колпачком к зараженной поверхности так, чтобы воронка покрывала участок с наиболее резко выраженными признаками заражения; прокачать через ИТ воздух; снять

насадку с насоса, выбросить из нее колпачок, убрать насадку в прибор; вынуть из насоса трубку и завершить определение ОВ согласно Инструкции.

Определение ОВ в дыму. Для определения ОВ в дыму необходимо: достать из прибора насос и вставить в него ИТ, взять из прибора насадку и, закрепив в ней противодымный фильтр, плотно навернуть ее на резьбу головки насоса; провести определение, как указано на этикетке кассеты; снять насадку с насоса, вынуть противодымный фильтр, убрать насадку в прибор, вынуть из насоса ИТ и довести определение до конца.

Определение ОВ в почве и в сыпучих материалах. Подготовить прибор аналогично тому, как и для определения ОВ на различных поверхностях объекта (техники, вооружения и т. п.), затем снять с прибора лопатку, отобрать ею пробу грунта или сыпучего материала в наиболее зараженном месте, насыпать его в воронку насоса, наполнив ее до краев; накрыть воронку противодымным фильтром и закрепить фильтр. Дальнейшее определение проводится в таком же порядке, как и определение ОВ на различных поверхностях. Защитный колпачок и противодымный фильтр после определения ОВ выбрасываются.

Определение ОВ в воздухе при низких температурах (от -40°C до $+10^{\circ}\text{C}$). При определении ФОВ необходимо: подготовить грелку к работе, вставить в нее две трубки, маркированные красным кольцом и красной точкой, для оттаивания в них ампул. После оттаивания ампул трубки немедленно вынуть из грелки и поместить в штатив, затем произвести определение ФОВ, как это делается для определения ОВ в больших концентрациях. После этого одновременно подогреть обе трубки в грелке в течение 1 мин, разбить в них нижние ампулы и закончить определение обычным порядком.

Универсальный газоанализатор УГ-2

Принцип работы газоанализатора УГ-2 основан на изменении окраски слоя индикаторного порошка в трубке после просасывания через нее воздуха, зараженного опасными химическими веществами.

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, отградуированной в $\text{мг}/\text{м}^3$.

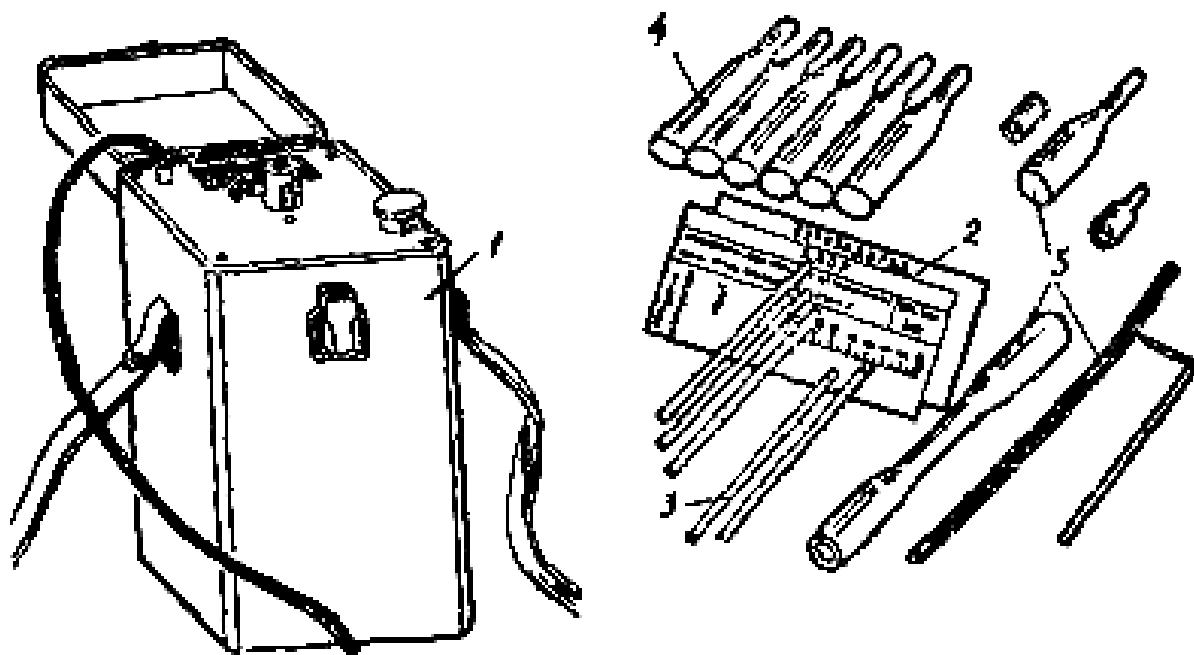


Рис. 9.6. Универсальный газоанализатор УГ-2:

1 – воздухозаборное устройство. 2 – измерительные шкалы. 3 – индикаторные трубки. 4 – ампулы с индикаторными порошками. 5 – набор принадлежностей.

В состав прибора входит:

- устройство для прокачки фиксированных объемов воздуха (от 120 до 420 см³) через индикаторные трубки (воздухозаборное устройство);
- комплекта индикаторов на основные опасные вещества в запаянных ампулах, с набором стеклянных трубок и измерительных шкал;
- набора принадлежностей с приспособлениями для заполнения трубок индикаторами.

Заполнение стеклянных трубок индикаторами проводится накануне проведения измерений концентраций вредных веществ, срок годности трубок с индикатором 1 месяц. После пропускания через индикаторные трубки фиксированных объемов воздуха концентрация вредных веществ определяется по величине окрашенного слоя индикатора. Прибор предназначен для определения концентрации вредных веществ в рабочей зоне.

Универсальный прибор газового контроля УПГК



Рис. 9.7. Универсальный прибор
газового контроля УПК.

Универсальный прибор газового контроля УПК позволяет осуществлять оперативный контроль вредных веществ в воздухе, а также зараженности почвы, поверхностей, спецодежды и воды.

Прибор может работать автономно от аккумуляторов и стационарно от сети 220 В, а также от бортовой сети автомашины.

УПК поставляется как в обычном, так и во взрывозащищенном исполнении.

9.5. Автоматические приборы химической разведки

Автоматические газосигнализаторы типа ГСА

Автоматические газосигнализаторы типа ГСА предназначены для непрерывного контроля воздуха с целью определения в нем паров ФОВ. При обнаружении в воздухе ФОВ прибор подаёт световой и звуковой сигналы не позднее чем через 5 минут.

Питание от бортовой сети. Приборы работают в одном из двух режимов: непрерывном и в циклическом. При температуре +10 и ниже анализируемый воздух подогревается. Приборы состоят из системы прососа воздуха; лентопротяжного механизма, преобразователя и устройства измерения. К наиболее современным из газосигнализаторов типа ГСА относится сигнализатор ГСА-96.

Газосигнализатор ГСА-96

К наиболее современным газосигнализаторам относятся сигнализаторы позволяющие обнаруживать фосфорорганические отравляющие вещества, нестойкие ОВ, стойкие ОВ, аварийно химически опасные вещества с высокой чувствительностью (до 1×10^7 мг/л) и быстродействием (до 1...5 с) в широком диапазоне механических и климатических воздействий (от -40 до +50° С). Они могут использоваться как на передвижных, так и стационарных объектах. Одним из таких сигнализаторов является ГСА-96. Он предназначен для автоматического контроля окружающего воздуха с целью обнаружения в нем паров фосфорорганических соединений (ФОС). Прибор предназначен для оснащения как подвижных, так и стационарных объектов.

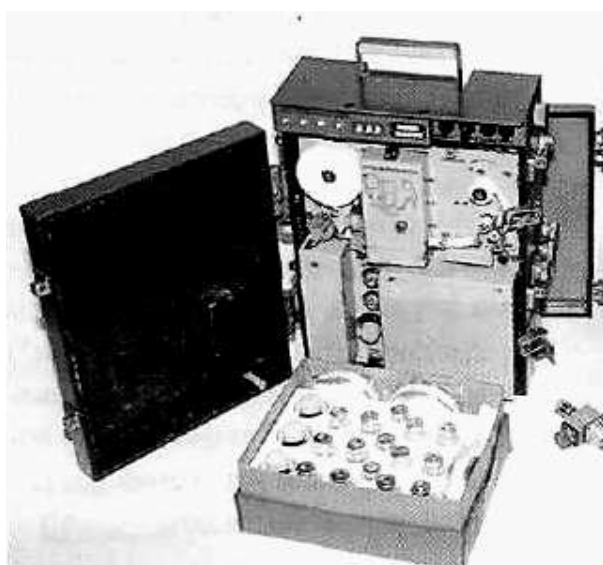


Рис. 9.8. Газосигнализатор ГСА-96.

Характеристики

Чувствительность к ФОС:

порог 1 (1 -5)-10-'' мг/л;

порог 2 (3-5)-70-' мг/л.

Время обнаружения:

порог 1 120 сек;

порог 2 270 сек.

Последствие не более 15 мин.

Рабочая температура от -40 до +45 °С

Вес — 15 кг.

Индивидуальный малогабаритный автоматический газосигнализатор



Специально для оснащения инспекторов и персонала на объектах хранения и уничтожения ХО в рамках реализации конвенциональной программы разработан индивидуальный малогабаритный автоматический газосигнализатор, выдающий световой и звуковой сигналы оповещения.

Быстродействие - 5 сек.

Масса прибора - 0,4 кг.

Рис. 9.9. Индивидуальный газосигнализатор.

9.6. Переносные химические лаборатории и пробоотборники

Медицинская полевая химическая лаборатория МПХЛ

На оснащении санитарно-эпидемиологических учреждений стоит медицинская полевая химическая лаборатория (МПХЛ). Она предназначена для качественного и количественного определения ОХВ в пробах воды, продовольствия, фуража, медикаментов, перевязочного материала и на предметах медицинского и санитарно-технического оснащения. В частности, возможности МПХЛ позволяют проводить:

- качественное обнаружение ОХВ, алкалоидов и солей тяжелых металлов в воде и продовольствии;
- количественное определение ФОВ, ипритов и мышьяксодержащих веществ в воде;
- определять полноту проведения дегазации воды, продовольствия, фуража, медикаментов, перевязочного материала и предметов ухода;
- устанавливать зараженность воды, продовольствия и фуража неизвестными ОХВ путем проведения биологических проб.

Запас реактивов, растворителей и материалов обеспечивает проведение лабораторией не менее 120 анализов. МПХЛ приспособлена для перевозки любыми видами транспорта, обслуживается одним лаборантом, производительность ее работы составляет 10...12 проб за 10 ч работы.

Мини-экспресс лаборатории «Инспектор-кейс» и «Пчелка»

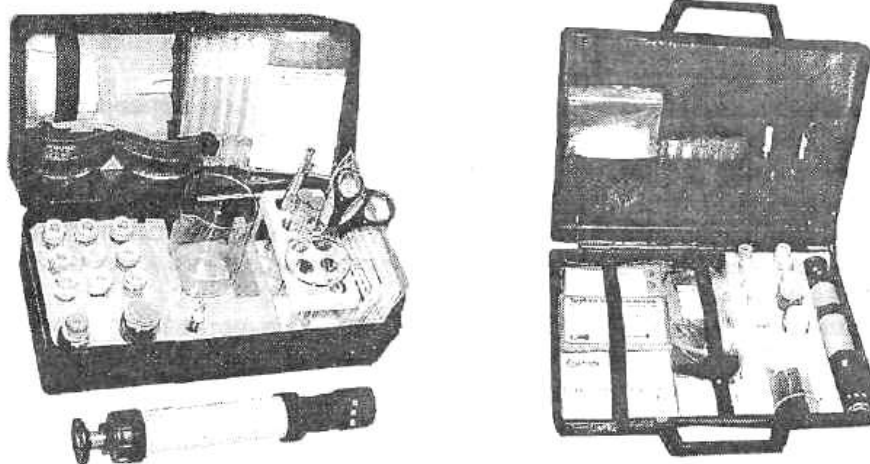


Рис. 9.9. Модификации лаборатории «Пчелка».

Мини-экспресс лаборатории предназначены для измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны с помощью индикаторных трубок. Принцип работы прибора аналогичен ВПХР. В состав миниэкспресс лабораторий входят насос и индикаторные трубки:

— на стандартные ОВ: ИТ-36 на иприт; ИТ-44 на фосфорорганические ОВ; ИТ-45 на фосген, дифосген, хлорциан и синильную кислоту; ИТ-46 на Би-Зет и др.

— на основные АХОВ: - аммиак (пределы концентраций – 5...40 мг/м³), хлор (0,5...15 мг/м³), сернистый ангидрит (5...100 мг/м³), оксиды азота (2,5...50 мг/м³), синильную кислоту (0,15...1,5 мг/м³), фтористый водород (2,5...400 мг/м³), углеводороды нефти (100...1300 мг/м³) и др. Насос с индикаторными трубками размещаются в упаковке массой 3,5 кг.

Комплект приспособлений для отбора проб КПО

Комплект приспособлений для отбора проб КПО предназначен для отбора проб почвы, воды, пищевых продуктов и других материалов, зараженных радиоактивными, отравляющими веществами и биологическими средствами для анализа в лабораториях.

Для отбора проб почвы используется высекатель. При ударе высекателя о грунт стакан заполняется пробой. После этого нажатием на втулку высекателя проба выталкивается в банку. Для отбора проб твердого и мерзлого грунта используется сверло. Измельченный сверлом грунт собирается в банку совком-лопатой.

Для взятия пробы сыпучих материалов применяется шуп. Пробы с помощью шупа необходимо брать из разных мест мешка (или другой тары) с поверхностного слоя материала.

При отборе проб воды из водоема используется водозаборник, позволяющий брать пробы с любого уровня воды до глубины 30 м. Пробы с открытых поверхностей техники берутся путем взятия мазков тампонами.

Отбор проб для проведения биологического анализа производится с использованием пенала, в комплекте которого имеются четыре стеклянных флакона. Для ловли насекомых в комплекте КПО имеется сачок.

10. Комплексы выявления РХБ обстановки

10.1. Классификация комплексов выявления РХБ обстановки

Комплексы радиационной, химической и биологической разведки и контроля можно разделить на автомобильные комплексы РХБ разведки, автомобильные комплексы лабораторного контроля, воздушные и морские комплексы РХБ разведки, стационарные комплексы РХБ разведки и контроля (табл. 10.1.)

Комплексы выявления РХБ обстановки

Автомобильные комплексы РХБ разведки	Автомобильные комплексы лабораторного контроля	Воздушные и морские комплексы РХБ разведки	Стационарные комплексы РХБ разведки и контроля
Общевойсковые машины РХБ разведки	Автомобильная полевая химическая лаборатория	Вертолеты РХБ разведки	Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСК-РО)
Разведывательно-спасательные машины	Автомобильная РХЛ		
Специальные машины РХБ разведки	Машина пробоотбора и пробоподготовки;	Катера РХБ разведки	Автоматизированные системы химического анализа (АСХА)
	Машина биологической разведки		

Автомобильные комплексы РХБ разведки включают:

- общевойсковые машины РХБ разведки;
- разведывательно-спасательные машины;
- специальные машины РХБ разведки.

Автомобильные комплексы лабораторного контроля включают:

- автомобильную полевую химическую лабораторию;
- автомобильную радиометрическую и химическую лабораторию типа «АЛ»;
- машину пробоотбора и пробоподготовки;
- машину биологической разведки.

Воздушные и морские комплексы РХБ разведки включают:

- вертолеты РХБ разведки;
- катера РХБ разведки.

Стационарные комплексы РХБ разведки и контроля включают:

- автоматизированные системы контроля радиационной обстановки (АСК-РО);
- Автоматизированные системы химического анализа (АСХА)

10.2. Автомобильные комплексы РХБ разведки

Автомобильные комплексы РХБ разведки включают:

- общевойсковые машины РХБ разведки;
- разведывательно-спасательные машины;
- специальные машины РХБ разведки.

К первой группе (общевойсковые машины РХБ разведки) относятся:

- химическая разведывательная машина УАЗ-469рх на базе автомобиля УАЗ-469;
- разведывательная химическая машина РХМ-4 (РХМ-4-01) на базе бронетранспортера БТР-80;

Ко второй группе (разведывательно-спасательные машины) относится разведывательно-спасательная машина РСМ-41-02.

К третьей группе (специальные машины РХБ разведки) относятся:

- комплекс наземной дистанционной химической разведки КДХР-1Н;
- радиационно - поисковая машина РПМ.

Автомобильные комплексы РХБ разведки обеспечивают:

- измерение уровней радиации на местности;
- измерение степени радиоактивного заражения различных поверхностей, воды и продовольствия;
- обнаружение ОВ в воздухе, на местности и различных поверхностях;
- обнаружение аэрозоля БС в воздухе;
- оповещение об опасности РХБ заражения;
- обозначение зараженных участков местности;
- отбор проб зараженных опасными химическими веществами, радиоактивными веществами и биологическими средствами;
- проведение контроля полноты дезактивации и дегазации;
- осуществление радиосвязи между разведывательными дозорами и вышестоящим звеном.

Машина РСМ-41 -02

Разведывательно-спасательная машина РСМ-41-02 (рис. 68) предназначена для оперативной доставки спасателей, командного состава и подразделений быстрого реагирования поисково-спасательной службы к месту возникновения чрезвычайной ситуации, обеспечения аварийно-спасательных работ и мероприятий по поиску и оказанию первой медицинской помощи пострадавшим, ликвидации локальных очагов возгораний, ведения РХР, отбора и транспортировки проб материалов, передачи данных о масштабе ЧС, оповещение населения.

Помимо традиционных боевых отравляющих веществ, машина обнаруживает в воздухе аварийно химически опасные и других ядовитых вещества, гамма-, бета- и альфа излучения начиная с порогов природного фона до аварийных значений; имеет большой набор гидравлического и пневматического аварийного инструмента; средства защиты кожи и органов дыхания, оказания первой медицинской помощи, пожаротушения, радиосвязи. Машина оборудована световыми и звуковыми установками, предметами бытового назначения для членов экипажа с учетом возможной длительной работы в очаге аварии.

Машина выполнена на базе автомобиля УАЗ-3962 с повышенной высотой салона, имеется потолочный люк и вентилятор.



Рис. 10.1. Разведывательно-спасательная машина РСМ-41 -02.

10.3. Автомобильные комплексы лабораторного контроля

Автомобильная полевая химическая лаборатория

Автомобильная полевая химическая лаборатория размещается на грузовом автомобиле. Позволяет определять ОВ, обеспечивает обнаружение зараженности АХОВ и фитотоксикантами воды, почвы, растительности, обнаружение зараженности воды алкалоидами и солями тяжелых металлов.

Автомобильная радиометрическая и химическая лаборатория типа «АЛ»

Автомобильная радиометрическая и химическая лаборатория типа АЛ смонтирована на специальных автомобилях. Она обеспечивает анализ проб зараженных известными и неизвестными ОВ, а также фитотоксикантами, аварийно химически опасными веществами, биологическими средствами и радиоактивными веществами.

Лаборатория позволяет выполнить в районе чрезвычайной ситуации следующие работы:

- контроль радиоактивного и химического заражения техники, воды, почвы и других сред;
- контроль качества дезактивирующих, дегазирующих и дезинфицирующих рецептур;
- предварительное обследование проб на содержание биологических агентов.
- обработка, обобщение и выдача комплексных результатов анализа проведенного техническими средствами низших звеньев.

10.4. Воздушные и морские комплексы РХБ разведки

Воздушные комплексы РХБ разведки

Воздушные комплексы РХБ разведки включают вертолет и бортовой комплекс средств РХБ разведки. Воздушные комплексы предназначены для ведения воздушной РХБ разведки местности в условиях заражения атмосферы в районах аварий и боевых действий.

Бортовой комплекс РХБ разведки обычно включает:

- авиационный измеритель мощности дозы;
- автоматический газосигнализатор;
- комплект переносных приборов радиационной и химической разведки;
- комплект приспособлений для отбора проб;
- аппаратуру связи.

Ведение РХБ разведки осуществляется путем замера уровней радиации и анализа забортного воздуха в полете, а также на земле после посадки с выходом техника из кабины.

Морские комплексы РХБ разведки

Морские комплексы РХБ разведки включают речной или морской катер и бортовой комплекс средств РХБ разведки.

Они предназначены для ведения РХБ разведки акваторий рек и морей при возникновении аварий в условиях заражения атмосферы в районах аварий и боевых действий.

Бортовой комплекс РХБ разведки обычно включает:

- корабельные бета, гамма и альфа радиометры;
- автоматический газоанализатор;
- переносные приборы химической разведки;
- комплект приспособлений для отбора проб.

10.5. Средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке

Средства и комплексы сбора и обработки данных

Для сбора, обработки и выдачи информации о радиационной и химической обстановке в системе ГОЧС формируются расчетно-аналитические станции (раст) и расчетно-аналитические группы (раг). Они снабжаются средствами или комплексами сбора и обработки данных.

Средства и комплексы сбора и обработки данных можно разделить на:

- комплекты средств малой механизации;
- автомобильные комплексы;

Их задача: выявление масштабов радиоактивного заражения, применения ОВ, БС и установление основных параметров заражения с целью подготовки обоснованных решений.

В системе ГОЧС применяется автомобильный комплекс РАГ.

Комплекс сбора и обработки данных РАГ предназначен для сбора и обработки информации о ядерных взрывах, наземной и воздушной радиационной, химической и биологической разведки, решения комплекса оперативно-технических задач по выявлению и оценке масштабов и последствий прогнозируемой и фактической РХБ обстановки.

Комплекс РАГ монтируется на шасси автомобиля с кузовом-фургоном.

В кузове-фургоне размещается автоматизированное рабочее место по выявлению РХБ обстановки, средства связи, а также вспомогательное оборудование.



Рис. 10.2. Автомобильный комплекс сбора и обработки данных РАГ.

Средства метеорологического наблюдения

Данные о погоде в приземном слое воздуха необходимы для выявления радиационной и химической обстановки.

Погода - это непрерывно меняющееся состояние атмосферы. Она характеризуется: температурой воздуха и почвы; атмосферным давлением; скоростью и направлением ветра; влажностью воздуха; облачностью; осадками.

Метеорологические наблюдения в системе ГОЧС ведутся с помощью метеокомплектов № 3 и №2.

Метеокомплект № 3 (МК-3) предназначен для ведения метеорологических наблюдений за ветром, температурой воздуха и почвы и для разведки особенностей ветрового режима на небольших участках местности.

В состав комплекта МК-3 входят: анемометр ручной; термометр-пращ, вымпелы (белого и защитного цвета); компас; указатели румбов (8 шт., в чехле); часы или секундомер; карманный фонарь; шест складной (в чехле), журнал метеонаблюдений; бланки метеодонесений сумка и другие принадлежности. Расчет 1 человек. Время развертывания 8 мин (без учета снятия показаний приборов). Время свертывания 6 мин. Масса комплекта 3 кг.

Метеокомплект № 2 (МК-2) предназначен для ведения наблюдений за погодой: определения скорости и направления ветра, определения температурного градиента в приземном слое, определения температуры почвы, влажности воздуха и атмосферного давления в полевых условиях.

В состав комплекта входят: анемометр ручной; термометр-пращ; барометр-анероид; психрометр аспирационный; вымпелы (белого и защитного цвета); компас; указатели румбов; часы или секундомер; карманный фонарь; шест складной; журнал метеонаблюдений; бланки метеодонесений; футляр и другие принадлежности и документы. Расчет 1 человек. Время развертывания и свертывания 10 мин (без учета снятия показаний с приборов). Масса комплекта 12 кг.

11. Технология специальной обработки

11.1. Обобщенная схема загрязнения и спецобработки объекта

Обобщенная схема загрязнения и спецобработки объекта приведена на рис. 70. В схеме загрязнения объекта участвуют РХБ опасные объекты, как источники загрязняющих сред, сами загрязняющие среды и загрязняемые объекты. Загрязняющие среды формируются из опасных веществ за счет ряда физико-химических процессов. Назовем эти процессы - процессами формирования загрязняющих сред. Процессы, за счет которых загрязняются поверхности объектов, назовем - процессами загрязнения.

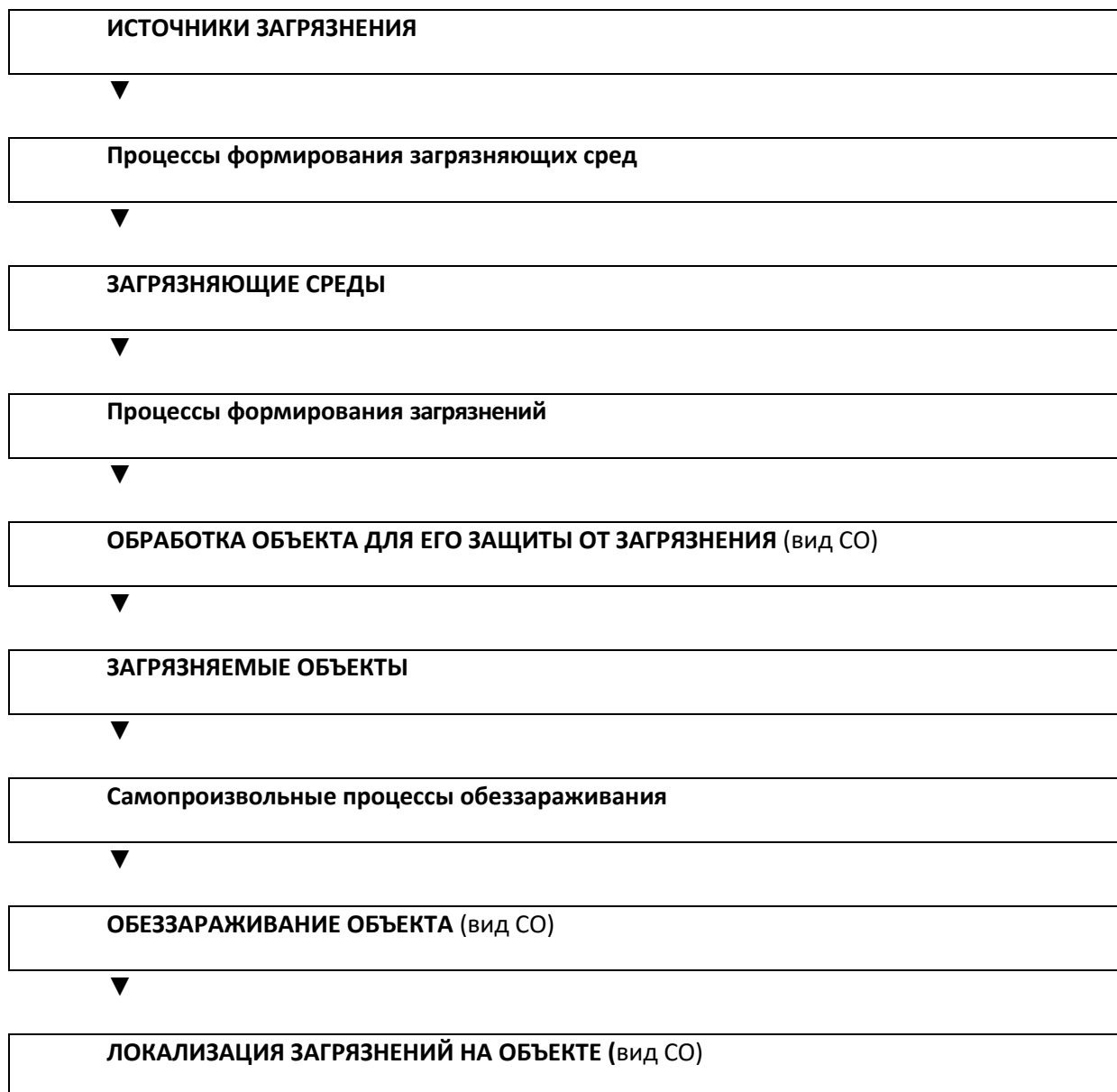


Рис. 11.1. Обобщенная схема загрязнения и спецобработки объекта.

Основными источниками загрязнения являются:

- ядерные химические, биологические боеприпасы и приборы;
- объекты, содержащие ИИИ, АХОВ и ОБВ.

Формирование загрязняющих сред происходит за счет следующих процессов:

- диспергирования жидкой или твердой фазы опасного вещества;
- конденсация и десублимация паров опасного вещества;
- растворение опасных веществ в жидких средах;
- адсорбция радионуклидов на частицах;
- распад РБГ (радиоактивных благородных газов);
- наведенная активность;

— распространение разносчиков инфекционных возбудителей болезней (РИВБ).

В результате этих процессов образуются следующие загрязняющие среды:

- газовые и парогазовые облака;
- аэрозольные облака;
- жидкие среды;
- загрязненные грунты и другие сыпучие среды;
- области распространения РИВБ (разносчиков инфекционных возбудителей болезней).

К загрязняемому объектам относятся:

- люди;
- одежда и средства защиты, снаряжение и инструмент;
- автотранспорт и другая техника;
- местность, дороги и сооружения;
- продукты питания и фураж.

Процессы формирования загрязнений. При взаимодействии загрязняющих сред и загрязняемых объектов происходят следующие процессы:

- адгезия;
- адсорбция;
- «удержание в ловушках»;
- диффузия;
- химические взаимодействия;
- капиллярное впитывание;
- перенос РИВБ.

Самопроизвольные процессы обеззараживания. После загрязнения объекта происходят различные самопроизвольные естественные процессы, снижающие степень его загрязнения. Такими процессами являются:

- радиоактивный распад;
- испарение;
- десорбция;
- гидролиз;
- естественная гибель РИВБ;
- удаление загрязнителя за счет гидrometeorological процессов и движения объекта.

Различные методы обработки объекта позволяют снизить степень его загрязнения до допустимых норм или хотя бы снизить степень опасности этого объекта для людей и окружающей среды. Такая обработка получила название «специальная обработка» или «спецобработка». В зависимости от поставленной цели можно выделить три вида спецобработки:

- обработка с целью защиты объекта от загрязнения (защита);
- обработка с целью обеззараживания объекта (обеззараживание);
- обработка с целью снижения степени опасности зараженного объекта для людей и окружающей среды (локализация).

11.2. Виды специальной обработки

Под специальной обработкой (СО) понимается обработка поверхностей, материалов и сред, проводимую с целью снижения степени их РХБ-опасности. То есть цель СО - снизить степень опасности объектов подвергшихся РХБ загрязнению. Специальную обработку целесообразно разделить на следующие виды (рис. 11.2):

- 1) Предотвращение РХБ загрязнения поверхностей и материалов.
- 2) Обеззараживание поверхностей, материалов и сред, загрязненных РВ, БТХВ, АХОВ и БС.
- 3) Локализация РХБ загрязнений на поверхностях и в материалах.

Обеззараживание делится на подвиды:

- обеззараживание поверхностей, материалов и сред, загрязненных РВ (дезактивация);
- обеззараживание поверхностей, материалов и сред, загрязненных БТХВ и АХОВ, в том числе удаление и нейтрализация жидкой фазы АХОВ (дегазация);
- обеззараживание поверхностей, материалов и сред, загрязненных БС (дезинфекция).
- уничтожение разносчиков инфекционных возбудителей болезней (дезинсекция).

ВИДЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ		
▼	▼	▼
Предотвращение РХБ загрязнения поверхностей и материалов	Обеззараживание поверхностей, материалов и сред, загрязненных РВ, БТХВ, АХОВ, БС и РИВБ	Локализация РХБ загрязнений
ЗАЩИТА	Обеззараживание	Локализация

ВИДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ			
Деактивация объектов загрязненных РВ	Дегазация объектов загрязненных БТХВ и АХОВ	Дезинфекция объектов загрязненных БС	Уничтожение РИВБ
Деактивация	Дегазация	Дезинфекция	Дезинсекция

Рис. 11.2. Виды специальной обработки.

11.3. Элементы процесса специальной обработки

Спецобработка проводится техническими или подручными средствами, с применением обрабатывающих сред, содержащих различные препараты и рецептуры. К элементам, участвующим в процессе СО можно отнести: средства СО, препараты и рецептуры СО, обрабатывающие среды, объекты СО.

К средствам специальной обработки обычно относят:

1. Средства прямого назначения.
2. Средства непрямого (двойного назначения), такие как средства инженерного обеспечения, средства противопожарной защиты и подручные средства.

3. Иногда к средствам спецобработки относят средства очистки воды.

Из препаратов и рецептур для СО применяют:

1. Препараты избирательного и широкого спектров действия.
2. Моющие и окислительно-восстановительные препараты, полимерные составы и растворители.
3. Препараты для спецобработки вещевого имущества;
4. Препараты для санитарной и индивидуальной обработки;
5. Инсектициды.

В качестве обрабатывающих сред при проведении спецобработки используют:

1. Растворы и кашицы.
2. Порошки и пасты.
3. Пены.
4. Парогазовые смеси.
5. Газовые, газочапельные и абразивные струи и потоки.

Средства специальной обработки. Рассмотрим более подробно состав комплекса средств, использующихся для проведения специальной обработки в системе ГОЧС (рис. 11.3).

К средствам прямого назначения (средства РХБ защиты) относят:

- машины специальной обработки;
- комплекты специальной обработки (дополнительное оборудование и бортовые комплекты);
- пакеты для специальной обработки (средства индивидуальной обработки).

К средствам двойного (непрямого) назначения относятся:

- техника народного хозяйства (техника коммунального хозяйства, пожарная техника, строительные и дорожные машины, сельскохозяйственные машины и приборы, машины общего назначения);
- подручные средства (щетки, ветошь, шанцевый инструмент).

Средства очистки воды включают:

- фильтры очистки воды.
- станции очистки воды.

СРЕДСТВА СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ		
▼	▼	▼
Средства прямого назначения	Средства двойного назначения	Средства очистки воды
<p>Машины специальной обработки.</p> <p>Комплекты специальной обработки.</p> <p>Пакеты специальной обработки.</p>	<p>Техника народного хозяйства:</p> <ul style="list-style-type: none"> — техника коммунального хозяйства; — пожарная техника; — строительные и дорожные машины; — сельскохозяйственные машины и приборы; — машины общего назначения. <p>Подручные средства:</p> <ul style="list-style-type: none"> — щетки; — ветошь; — шанцевый инструмент. 	<p>Фильтры очистки воды</p> <p>Станции очистки воды</p>

Рис.11.3. Комплекс средств, использующихся для проведения специальной обработки в системе ГОЧС.

Препараты и рецептуры СО разобьем на 9 групп (рис.11.4):

1. Полидегазирующие рецептуры и препараты (РД, ГК, ХИ, двууглекислый аммоний, ИДП-1, ДПП, ИПП-8, ИПП-10, ИПП-11).
2. Полифункциональные препараты (СН-50, Д-2).

3. Препараты для приготовления дегазирующих растворов избирательного действия и дегазирующие рецептуры избирательного действия: ДГР-1 (дихлорамин, дихлорэтан); ДГР-2бщ (едкий натр, моноэтаноламин); ДГР-2аш (едкий натр, моноэтаноламин, аммиачная вода); порошковая дегазирующая рецептура пакета ДПС-1.

4. Дезактивирующие препараты: моющие (СФ-2У, СФ-3, кальцинированная сода); окислительно-восстановительные; смывки; экстрагенты; абразивы.

5. Препараты для защиты чистых поверхностей от загрязнений или их локализации: защитные полимерные составы; ингибиторы сорбции; пенообразователи, защитные материалы; дегазирующие лакокрасочные материалы.

6. Табельные добавки и растворители: аммиачная вода (антифриз); жидкое стекло (стабилизатор); дихлорэтан (растворитель).

7. Медицинские препараты: монохлорамины (ДТ-1, ДТХ-1); формалин.

8. Препараты для дезинсекции (хлорофос, карбофос, трихлорметафос, дихлофос, перметрин).

9. Вспомогательные вещества: вода; горючее (бензин, керосин, дизельное топливо); растворители (спирты, ацетон и т.п.).



Рис. 11.4. Виды препаратов и рецептур используемых для проведения специальной обработки.

Обрабатывающие среды. На основе препаратов и рецептур в средствах специальной обработки формируются среды, которыми и производится обработка поверхностей и материалов. В качестве обрабатывающих сред при проведении спецобработки используют (рис.74):

растворы и кашицы; порошки и пасты; пены; парогазовые смеси; газовые, газокапельные и абразивные струи и потоки.

ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ СРЕДЫ			
▼	▼	▼	▼
1. Растворы и кашицы	2. Порошки и пасты	4. Парогазовые смеси	5. Струи и потоки
Дезактивирующие	Дегазирующие порошки.	Паровоздушные смеси	Газовые потоки
Дегазирующие	Дезактивирующие пасты.	Паровоздушно-аммиачные смеси	Газокапельные потоки и струи
Дезинфицирующие	↓		Жидкостные струи
Инсектицидные	3. Пены	Паро-формалиновые смеси	Абразивные и гидроабразивные струи
Защитные	Нейтральные пены. Пены с актив.добавками.		

Рис.11.5. Обработывающие среды, используемые в средствах специальной обработки.

Растворы, в зависимости от вида спецобработки, могут быть: дезактивирующие, дегазирующие, дезинфицирующие, инсектицидные, защитные; а кашицы - только дегазирующие.

Из порошков и паст в системе ГОЧС для спецобработки применяются дегазирующие порошки и дезактивирующие пасты.

Пены целесообразно разделять на нейтральные пены и пены с активными добавками.

Из числа парогазовых смесей для спецобработки используют паровоздушные смеси, паровоздушноаммиачные смеси и пароформалиновые смеси.

В процессах обработки поверхностей и материалов применяются различные струи и потоки, такие как, газокапельные потоки и струи, жидкостные струи (сплошные и раздробленные), абразивные и гидроабразивные струи.

В зависимости от вида спецобработки все среды можно разделить на дезактивирующие среды; дегазирующие среды; дезинфицирующие среды; инсектицидные среды; среды, защищающие чистые поверхности; среды, локализирующие РХБ загрязнения.

11.4. Методы и способы специальной обработки

Цели специальной обработки можно достичь различными методами, разделим их на восемь групп (рис.11.6).

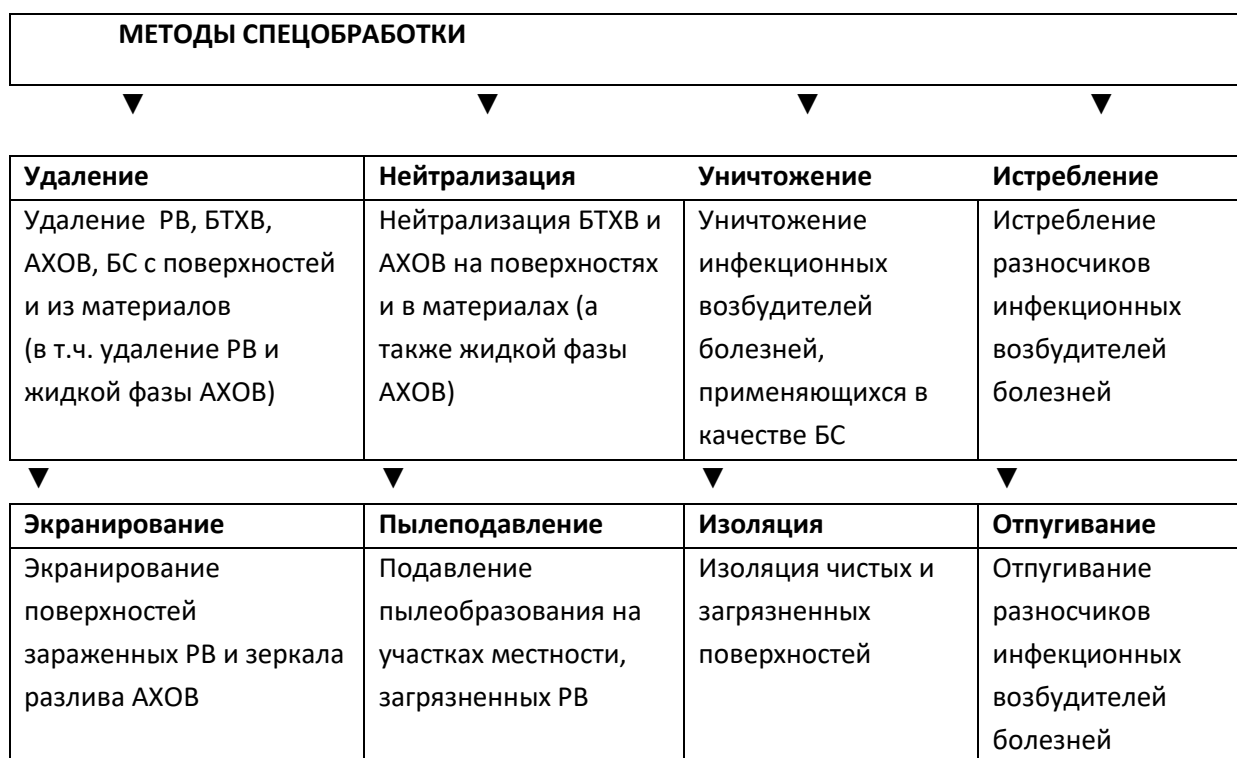


Рис.11.6. Методы специальной обработки, применяемые в системе ГОЧС.

Каждый из видов спецобработки проводится с помощью определенного набора методов. Матрица распределения методов по видам СО приведена в табл.11.1.

Таблица 11.1.

Распределение методов по видам спецобработки

Методы специальной обработки	Виды специальной обработки					
	За-щита	Дез-активация	Де-газация	Дез-инфекция	Дез-инсекция	Лока-лизация
Удаление		■	■	■		
Нейтрализация			■			
Уничтожение				■		
Истребление					■	
Экранирование						■
Пылеподавление						■
Изоляция	■					■
Отпугивание	■					

Рассмотрим перечень методов спецобработки, входящих в каждую из групп.

1. Методы и способы предотвращения РХБ загрязнения поверхностей и материалов (методы защиты чистых поверхностей)

- Изоляция чистых поверхностей от загрязненных сред.
- Отпугивание разносчиков инфекционных возбудителей болезней.

2. Методы и способы обеззараживания поверхностей, материалов и сред, загрязненных РВ, БТХВ, АХОВ и БС.

Дезактивация. Методы дезактивации делят на физико-механические, физико-химические и химические методы (рис. 11.7).

Физико-механические методы делятся на сухие и жидкостные методы. К сухим методам дезактивации относятся: сметание, вакуумирование, обдув струей воздуха, абразивный обдув. К жидкостным методам относятся: обработка газочапельной струей, обработка водяной струей, гидроабразивная обработка.

Физико-химические методы делятся на сухие, маложидкостные и жидкостные. К сухим методам дезактивации относится дезактивация съемными полимерными покрытиями. К маложидкостным методам относятся пенный и сорбционный методы. К жидкостным методам относятся: водоструйный метод, пароэмульсионный метод, методы электрохимической и ультразвуковой дезактивации.

К химическим методам относятся: дезактивация растворами химически активных веществ; погружная дезактивация.

Дегазация. Дегазация может проводиться с использованием следующих методов (рис. 11.8):

безжидкостная тепловая дегазация (дегазация газовой струей); дегазация газочапельной струей; дегазация моющими средствами и растворителями; дегазация химически активными веществами за счет реакций окисления (хлорирования) и нуклеофильного замещения; дегазация порошковыми рецептурами.

МЕТОДЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ		
▼	▼	▼
Физико-механические	Физико-химические	Химические
Сухие: — Сметание, — Вакуумирование	Сухие: — Дезактивация съемными полимерными покрытиями	— Дезактивация растворами химически активных веществ

— Обдув струей воздуха — Абразивный обдув	Маложидкостные: — Пенный метод — Сорбционный метод	— Погружная дезактивация
Жидкостные: — Обработка газокapельной струей — Обработка водяной струей — Гидроабразивная обработка	Жидкостные: — Водоструйный — Пароэмульсионный — Электрохимический — Ультразвуковой	

Рис.11.7. Методы дезактивации.

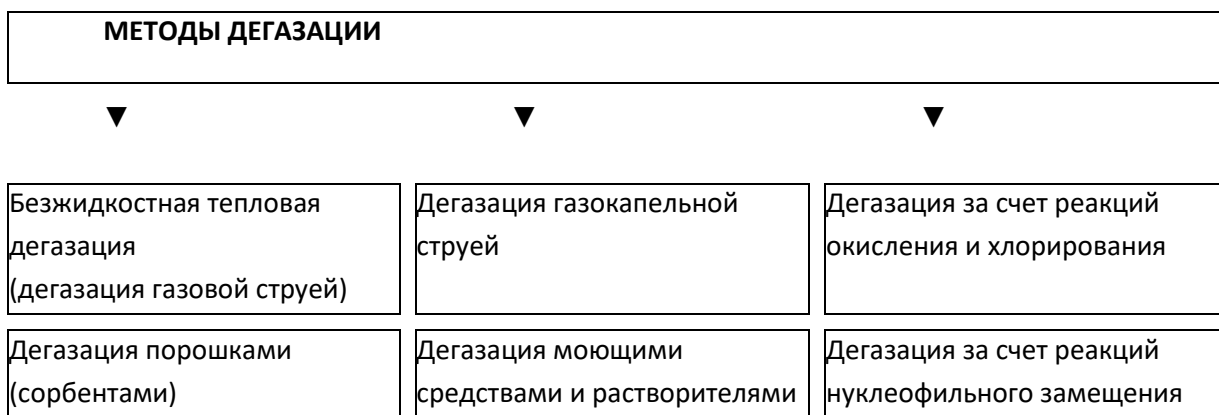


Рис. 11.8. Методы дегазации.

Дезинфекция. Методы дезинфекции будем классифицировать по типу обрабатываемой рецептуры (рис.11.9). Дезинфекция может проводиться рецептурами окислительно-хлорирующего действия, щелочного действия, а также рецептурами на основе формальдегида и его растворов.



Рис. 11.9. Методы дезинфекции.

Из рецептур окислительно-хлорирующего действия для целей дезинфекции применяются гипохлориты кальция, монохлорамины и дихлорамины. Бактерицидное действие этих веществ может быть повышено при их активации аммиаком:

— дезинфекция гипохлоритами кальция, активированными солями аммония;

— дезинфекция монохлораминами, активированными солями аммония.

Из группы веществ окислительно-хлорирующего действия, кроме выше приведенных, применяются также калиевая и натриевая соли дихлоризоциануровой кислоты, их растворы обладают как бактерицидным, так и спороцидным действием.

Щелочи разрушительно действуют на патогенные микроорганизмы и токсины. Они вызывают гидролиз клеточных белков, их расщепление и омыление жиров. Едкий натр, едкое кали и сернистый натрий применяются для разрушения токсинов на оборонительных сооружениях и местности в виде 10% водного раствора при температуре выше минус 5 °С.

Из растворов формальдегида для дезинфекции применяют его 35...40% водный раствор, который называется формалином.

Методы и способы уничтожения РИВБ (дезинсекция). Все инсектицидные препараты делятся на 4 группы: контактные инсектициды; кишечные инсектициды; фумиганты; репелленты. Положив в основу классификации методов дезинсекции вид препарата, получим 4 группы методов (рис. 11.10).

Контактные инсектициды убивают насекомых при контакте с ними. К ним относятся синтетический хлор (ДДТ, гаксахлоран, линдан) и ФОС (хлорофос, карбофос, трихлорметафос, дихлофос, перметрин).

Кишечные инсектициды применяются для истребления насекомых с грызущими ротовыми органами (тараканы) или лижуще-сосущими органами (мухи). К ним относятся фтористый натрий, бура, фенотиазин. Отравленные пищевые приманки размещают в местах частого посещения насекомых.



<p>Дезинсекция</p> <p>– синтетическим хлором (ДДТ, гексахлоран, линдан)</p> <p>– ФОС</p>	<p>Дезинсекция пищевыми приманками:</p> <p>– фтористым натрием;</p> <p>– бурой;</p> <p>– фенотиразином</p>	<p>Дезинсекция</p> <p>метилбромидом</p> <p>дихлорэтаном</p> <p>хлорпикрином</p> <p>синильной к-той</p> <p>диоксидом серы</p> <p>оксидом этилена</p>	<p>Отпугивание нанесением на кожу или одежду:</p> <p>-диметилфталата</p> <p>-дибутилфталата</p> <p>-диэтилтолуоламида</p> <p>-гексаметилбензамида</p>
---	---	--	--

Рис.11.10. Методы дезинсекции.

Фумиганты предназначены для поражения членистоногих через дыхательную систему в газо- или парообразном состоянии. К ним относятся: метилбромид, дихлорэтан, хлорпикрин, синильная кислота, диоксид серы, оксид этилена. Фумиганты предпочтительно применять в закрытых объемах (палатках, помещениях, дезинфекционных камерах, под брезентами и тентами).

Репелленты отпугивают насекомых. К ним относятся диметилфталат, дибутилфталат, диэтилтолуоламид, гексаметилбензамид. Репелленты наносят на кожу или одежду в виде растворов, эмульсий, аэрозолей, кремов, паст или мазей.

В практике частей РХБ защиты флота применяются следующие способы дезинсекции:

- дезинсекция инсектицидными аэрозолями, получаемыми термомеханическим способом (горячей газовой смесью);
- дезинсекция инсектицидными аэрозолями, получаемыми механическим способом (холодным воздухом).

Методы и способы локализации РХБ загрязнений

1. Экранирование поверхностей зараженных РВ и зеркала разлива АХОВ.
2. Подавление пылеобразования на участках местности, загрязненных РВ.
3. Изоляция загрязненных поверхностей от чистой окружающей среды (снижение скорости испарения АХОВ).

11.5. Детализированная схема загрязнения и спецобработки объекта

Обобщим весь рассмотренный в данном разделе материал в виде схемы загрязнения и спецобработки объекта. В отличие от обобщенной схемы, приведенной в разделе 11.1, назовем ее «Подробная схема загрязнения и

спецобработки объекта» (рис. 11.11). В данной схеме раскроем содержание каждого блока обобщенной схемы на основе материала рассмотренного выше.

А. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ядерные химические, биологические боеприпасы и приборы.

Объекты, содержащие ИИИ, АХОВ и ОБВ.



1. — ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ СРЕД

Диспергирования жидкой или твердой фазы опасного вещества. Конденсация и десублимация паров опасного вещества. Растворение опасных веществ в жидких средах. Адсорбция радионуклидов на частицах. Распад РБГ. Наведенная активность. Распространение разносчиков инфекционных возбудителей болезней (РИВБ).



Б. ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ СРЕДЫ

Газовые и парогазовые облака. Аэрозольные облака. Жидкие среды. Загрязненные грунты и другие сыпучие среды. Области распространения РИВБ.



2. — ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Адгезия. Адсорбция. Удержание в "ловушках". Диффузия.

Химические взаимодействия. Капиллярное впитывание. Перенос РИВБ



1. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ (видСО)

Изоляция. Отпугивание.



В. ЗАГРЯЗНЯЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ

Люди. Одежда. Техника. Местность, дороги и сооружения.

Продукты питания и фураж.



3. — САМОПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

Радиоактивный распад. Испарение. Десорбция. Гидролиз. Естественная гибель РИВБ.
Удаление загрязнителя за счет гидрометеорологических процессов и движения объекта.



2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ (вид СО)

Удаление. Нейтрализация. Уничтожение. Истребление.



3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

(вид СО)

Экранирование. Пылеподавление. Изоляция.

Рис. 11.11. Детализированная схема загрязнения и спецобработки объекта.

12. Средства специальной обработки

12.1. Вещества и растворы, применяемые для специальной обработки

Средства специальной обработки включают: машины специальной обработки, оборудование и комплекты специальной обработки, пакеты специальной обработки (средства индивидуальной обработки) и рецептуры для специальной обработки. В этом параграфе мы рассмотрим рецептуры, применяемые для специальной обработки и вещества, на основе которых они готовятся.

Дезактивирующие вещества и растворы

Удаление РВ лучше всего достигается при смывании их моющими растворами. Поэтому дезактивирующие препараты содержат в своем составе поверхностно-активные моющие вещества (ПАВ) и комплексообразующие вещества (КОВ).

Для дезактивации техники и сооружений используются моющие порошки СФ-2У, СФ-3, препараты ОП-7 и ОП-10, продукты, полупродукты или отходы производства, содержащие поверхностно-активные вещества.

Для дезактивации одежды, обуви и средств индивидуальной защиты используются водные растворы ОП-7 (ОП-10), СФ-2У, СФ-3, другие ПАВ.

Для дезактивации кожных покровов применяют мыло, или препарат «Защита».

СФ-2У – порошок желтоватого цвета, хорошо растворим в воде, используется для дезактивации вещевого имущества способом стирки.

СФ-3 – порошок, применяется для приготовления растворов на основе морской (жесткой) воды.

СФ-3К - смесь порошка СФ-3 и щавелевой кислоты, используется для дезактивации технологического оборудования ядерных энергетических установок.

Препараты ОП-7 (ОП-10) - это маслянистые жидкости или пасты.

В летних условиях дезактивирующие рецептуры готовят на воде, в зимних условиях используются растворы в антифризах или подогретые водные растворы.

Основная дезактивирующая рецептура – 0,15 % раствор препарата СФ-2У. При отсутствии табельных дезактивирующих препаратов типа СФ, для дезактивации можно использовать растворы бытовых СМС, водные растворы мыла, вода и органические растворители (дихлорэтан, бензины, керосин, дизельное топливо).

Дегазирующие вещества и растворы

Дегазирующими называются такие вещества, которые способны вступать в химическую реакцию с отравляющими веществами с образованием нетоксичных или малотоксичных продуктов реакции. Для каждой из групп ОВ подбираются соответствующие дегазирующие вещества. Для дегазации ОВ типа иприт используются реакции окисления и хлорирования, для дегазации ОВ типа зарин – реакция щелочного гидролиза, а для V-газов – реакция окисления. Поэтому дегазирующие вещества делят на две группы:

- вещества окислительного и хлорирующего действия;
- вещества щелочного действия.

Основными дегазирующими рецептурами для спецобработки техники и местности являются:

- рецептура РД-2;
- растворы и кашицы гипохлоритов кальция (НГК, ДТС ГК, ГКСщ).

При их отсутствии используются:

- дегазирующий раствор №1 (ДГР №1);
- дегазирующий раствор №2 (ДГР №2).

Для СО обмундирования:

- в БУ-4 используется препарат СФ-2у;
- в АГВ-3 используется двууглекислый аммоний.

Полидегазирующая рецептура РД-2 предназначена для дегазации техники, зараженной любым известным отравляющим веществом, в интервале температур от минус 40 до +40 °С. Требуемый уровень безопасности достигается в течение нескольких минут. Рецептура может наноситься с использованием типовой аппаратуры либо обычными щетками.

Дегазирующие вещества окислительного и хлорирующего действия. К этой группе веществ, находящихся на снабжении специальных формирований ГО, относятся:

- хлорная известь,
- дветретиосновная соль гипохлорита кальция (ДТС-ГК);
- хлорамины.

Эти вещества содержат в своем составе «активный хлор», способный в водной среде окислять, а в среде органического растворителя или в сухом виде хлорировать ОВ.

Дегазирующие вещества щелочного действия. Из дегазирующих веществ щелочного характера находят применение, такие как: едкий натрий; аммиак; моноэтаноламин; сернистый натрий; углекислый натрий.

Эти вещества, главным образом, применяются для дегазации ОВ типа зарин.

Для дегазации транспортных и технических средств, зданий и сооружений используется дегазирующий раствор №1, дегазирующий раствор №2, водные растворы и кашицы гипохлоритов кальция и хлорной извести. Кроме того, можно применять водные растворы дезактивирующего порошка СФ-2 и других моющих средств.

Для дегазации местности наиболее широко могут применяться хлорная известь и дветретиосновная соль гипохлорита кальция (в сухом виде и в виде кашицы).

Из бытовых моющих средств для смывания капельножидких ОВ можно рекомендовать жировое масло и стиральные порошки. Для смывания отравляющих веществ можно использовать и растворители – дихлорэтан, бензин, керосин, дизельное топливо, спирты.

Из отходов производств для дегазации объектов, зараженных ОВ типа зарин и иприт, можно использовать растворы, содержащие не менее 4,5% свободной щелочи или 0,5% перекиси водорода и 0,5% свободной щелочи, для дегазации объектов, зараженных ОВ типа зарин - растворы, содержащие 0,2% активного хлора с рН раствора более 10;

Для дегазации объектов, зараженных ОВ типа V-газы, - растворы, содержащие 2,5% свободной щелочи или 0,2% активного хлора с рН раствора менее 11,5. Отходы, содержащие в растворах активного вещества выше указанных концентраций, при использовании для дегазации следует разбавлять водой.

Для дегазации местности можно использовать и широкодоступные материалы: гашеную и негашеную известь, клинкер, бентонитовую глину, чернозем мощный, перегнойно-карбонатные почвы, покрывные глины и суглинки, темно-каштановые и темно-серые почвы.

Дезинфицирующие вещества и растворы

Для целей дезинфекции используются дегазирующие вещества. Вегетативные формы микробов на технике хорошо уничтожаются дегазирующим раствором №1, а токсины - дегазирующем раствором №2. Для уничтожения споровых форм необходимо применять раствор, содержащий 10% монохлорамина и 20% формальдегида в воде.

Фенол (карболовая кислота) – применяется обычно в виде 5% растворов.

Крезол– плохо растворим в воде. Для дезинфекции используют его растворы в мылах.

Лизол – 50% раствор крезола в калийном мыле (50%), лизол легко растворим в воде, спирте, бензине, 3...10% растворы лизола в воде используют для дезинфекции: бактерицидные свойства лизола лучше, чем у фенола.

Формалин – 37% раствор формальдегида в воде, для дезинфекции используют 3-5% растворы формальдегида.

Для проведения дезактивации, дегазации и дезинфекции могут быть использованы промышленные отходы, в частности, вещества щелочного характера. В каждом конкретном случае этот вопрос решается исходя из сложившейся обстановки.

Препараты для дезинсекции

Для дезинсекции применяются: хлорофос технический; перметрин, 25% эмульгирующий концентрат; дихлофос; карбофос, трихлорметафос-3.

Хлорофос технический наиболее эффективен при борьбе с мухами, комарами, москитами и другими летающими насекомыми.

Перметрин технический является высокоэффективным инсектицидом в борьбе со всеми видами насекомых и клещей.

Учитывая способность насекомых и клещей к активному

передвижению, площади, подвергаемые дезинсекции, должны быть большими, чем площади, непосредственно занятые личным составом. Так, в случае необходимости истребления блох и клещей границы обрабатываемой территории должны отстоять не менее чем на 15...20 м от защищаемого объекта (участка местности), а в случае истребления летающих насекомых – не менее чем на 3...5 км, так как мошки, комары и другие насекомые способны преодолевать без посадки расстояние до 5 км.

Таблица 12.1.

Рецептуры для спецобработки

Тип обрабатываемых объектов	Вид спецобработки	Вещества и растворы
1. Техника и местность	Дезактивация	СФ-2у; СОА.
	Дегазация	РД-2, СОА; ДГР №1, ДГР №2; НГК, ДТС ГК, ГКСщ.
	Дезинфекция	НГК, ДТС ГК, ГКСщ
	Дезинсекция	хлорофос, дихлофос, перметрин, карбофос, трихлорметафос-3
2. Обмундирование	Дегазация (БУ-4)	СФ-2у
	Дегазация (АГВ-3)	Двууглекислый аммоний

12.2. Технические средства специальной обработки прямого назначения

Технические средства специальной обработки прямого назначения включают: машины специальной обработки, комплекты специальной обработки, пакеты специальной обработки (средства индивидуальной обработки).

Таблица 12.2

Средства специальной обработки

Машины специальной обработки	Комплекты специальной обработки	Пакеты специальной обработки
Тепловая машина для спецобработки ТМС-65	Комплект ТМ-59Д	ИДПС-69
Автомобильные разливочные станции АРС-14, АРС-14К, АРС-15.	Комплекты ДК-1, ДК-2, ДК-3	ИДПС-69М
Комплекты дегазации, дезактивации	Бортовые комплекты	ИДПС-69-3М

и дезинфекции вооружения и военной техники ДКВ-1	специальной обработки БКСО	
Авиационный дегазационно-дезактивационный комплект АДДК	ТДП	ЕДП
Автомобильные дегазационные станции АГВ-3	КСО	ИПП-8
Бучильная установка БУ-4М	ИДК-1	ИПП-10
Аэрозольные генераторы АГП, АГУ	ДК-4, ДК-5	ИПП-11
Дымовая машина	Подвесной дегазационный прибор	

Машины специальной обработки

1. Тепловая машина для специальной обработки ТМС-65.
2. Автомобильные разливочные станции АРС-14, АРС-14К, АРС-15.
3. Комплекты дегазации, дезактивации и дезинфекции вооружения и военной техники ДКВ-1.
4. Авиационный дегазационно-дезактивационный комплект АДДК.
5. Автомобильные дегазационные станции АГВ-3.
6. Бучильная установка БУ-4М.
7. Экстракционная полевая автомобильная станция ЭПАС.
8. Аэрозольные генераторы и дымовые машины.

Авторазливочные станции АРС

Авторазливочные станции представляет собой комплект специального оборудования, смонтированного на автомобиле повышенной проходимости (рис.12.1,12.2). Она предназначена для дегазации, дезинфекции и дезактивации техники и транспортных средств; дегазации и дезинфекции местности; забора, транспортировки и временного хранения жидкостей, дегазирующих, дезинфицирующих и дезактивирующих веществ и рецептур; приготовления дегазирующих, дезинфицирующих и дезактивирующих рецептур; снаряжения жидкостями комплектов специальной обработки; перевода жидких рецептур в аэрозольное состояние; пылеподавления на местности и помывки людей; тушения очагов пожаров.

В АРС применяются следующие растворы:

- Дегазирующий раствор №1 для дегазации и дезинфекции;
- дегазирующий раствор № 2-бщ (2-ащ) для дегазации;
- рецептура РД-2 для дегазации;
- 1 или 1,5% водный раствор ГК для дегазации, а также для дезинфекции неспорообразующих форм микробов;

- 0,15% водный раствор порошка СФ-2У для дезактивации;
- 0,3% водный раствор порошка СФ-2У для дегазации самолетов и вертолетов;
- 5 или 7,5% водный раствор ГК для дезинфекции спорообразующих форм микробов.

Основные технические характеристики

Вместимость цистерн: 3200 л (АРС-15); 2500 л (АРС-14); 1600л (АРС-12У);

Рабочее давление на раздаче растворов (воды) 0,2...1 МПа

Производительность по специальной обработке техники до 24ед./час.

Время разворачивания (свертывания) – 6...8 (9...15) мин.

Возможности одной машины по дегазации и дезактивации одной зарядкой, единиц техники/ч:

- дегазация (дезинфекция) растворами №1 и №2 - 100;
- дезактивация водным раствором СФ-2У - 20;
- дезактивация струей воды – 2...4.

Количество одновременно обрабатываемых единиц техники щетками составляет 6...8.

Дегазация и дезинфекция местности (проходов, проездов, дорог) с помощью АРС-14 проводится поливкой водной суспензией дветретиосной соли гипохлорита кальция. Для равномерного распределения суспензии к раздаточному трубопроводу присоединяется насадка специальной конструкции. Машина одной зарядкой обрабатывает полосу шириной 5 м и длиной 500м.

В настоящее время на смену станции АРС-14 готовится к производству новая авторазливочная станция, имеющая более широкие возможности, в числе которых: создание маскирующих аэрозольных завес, подогрев воды, рецептур и др. Станция имеет многофункциональную систему управления и контроля. Для модернизации АРС-14 и расширения ее возможностей предприятие приступило к серийному выпуску комплектов бортовых аэрозольных генераторов, что позволяет после их установки на станцию поставить надежную дымовую аэрозольную завесу. Авторазливочные станции АРС-14, хорошо зарекомендовали себя при тушении торфяников под Москвой, а также во время ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. АРС-14 была основной машиной при проведении дезактивации зданий, территории АЭС и прилегающих к ней дорог.



Рис. 12.1. Авторазливочная станция APC-14.



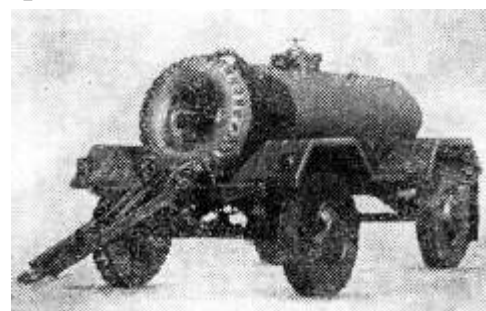
Авторазливочная станция APC-14



Авторазливочная станция APC-15



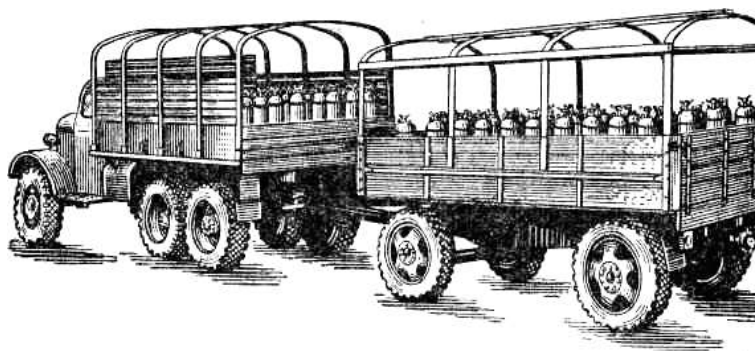
APC-12У



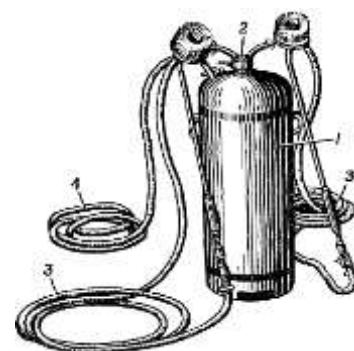
Цистерна Ц-2М к APCам

Рис.12.2. Авторазливочные станции.

Комплекты дегазации, дезактивации и дезинфекции вооружения и военной техники ДКВ-1



Общий вид комплекта ДКВ



Прибор ДКВ

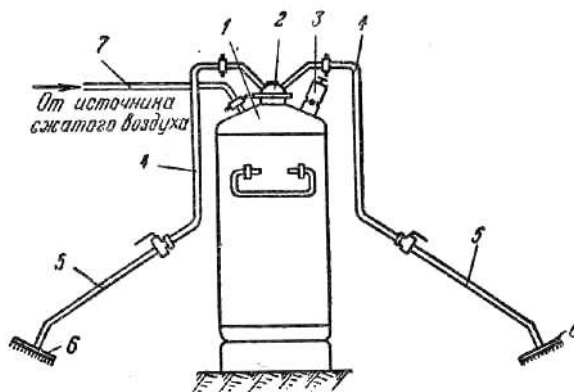


Схема автономного съемного прибора ДКВ в рабочем положении:

- 1 – резервуар; 2 – сифон; 3 – предохранительный клапан;
- 4 – жидкостный шланг; 5 – брандспойт; 6 – щетка; 7 – воздушный шланг.

Рис. 12.3. Комплект ДКВ.

Комплект ДКВ предназначен для дегазации, дезактивации и дезинфекции техники силами их расчетов. В комплекте ДКВ используются следующие дегазирующие, дезактивирующие и дезинфицирующие растворы:

- дегазирующий раствор № 1 – для дегазации и дезинфекции;
- дегазирующий раствор № 2-бщ (2-ащ) – для дегазации;
- рецептура РД-2 – для дегазации;
- 0,15 % водный раствор порошка СФ-2У – для дезактивации;
- 1 или 1,5% водный раствор ГК – для дегазации и дезинфекции неспорообразующих форм микробов;
- 5 или 7,5% водный раствор ГК – для дезинфекции спорообразующих форм микробов.

В состав специального оборудования комплекта ДКВ входят 42 автономных съемных прибора и 42 сумки с ЗИП. Автономный съемный прибор является основной частью комплекта и представляет собой металлический резервуар с сифоном. В рабочем положении к сифону присоединяются два жидкостных рукава с брандспойтами. Давление в

резервуаре создается с помощью воздушного насоса или сжатого воздуха от пневмосистемы обрабатываемого объекта. На резервуарах приборов для дегазирующего раствора № 1 нанесена красная полоса, для дегазирующего раствора № 2-бщ (2-ащ) - черная полоса.

В каждой сумке имеются два брандспойта со щетками, два жидкостных рукава длиной 5 м каждый, воздушный рукав, ручной воздушный насос (один на две сумки), инструмент и ЗИП прибора.

Аэрозольный генератор переносный АГП

Аэрозольный генератор АГП (рис. 84) предназначен для дезинсекции местности и закрытых помещений инсектицидными аэрозолями. АГП состоит из камеры сгорания с испарителем, системы питания горючим, системы питания раствором, системы зажигания, ручного воздушного насоса, рамы, и комплекта принадлежностей для дезинсекции местности (аэрозольный насадок, колено, заборное устройство, шланг, заглушка, дозировочная шайба).

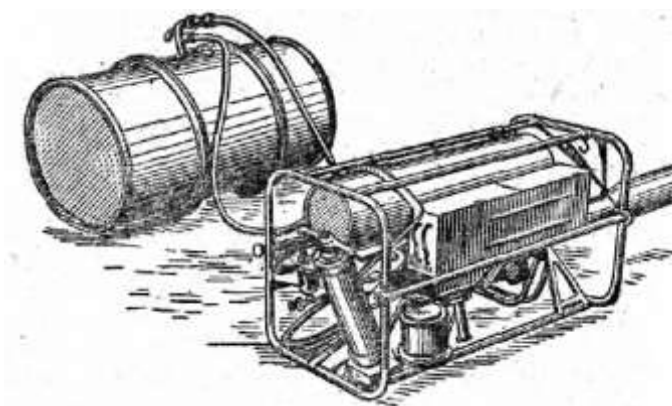


Рис. 12.4.
Аэрозольный генератор
переносный АГП.

Комплекты для специальной обработки

Автономный бортовой прибор специальной обработки



Рис. 12.5. Автономный бортовой
прибор специальной обработки.

Автономный бортовой прибор специальной обработки предназначен для проведения специальной обработки вооружения и военной техники (ВВТ) методом орошения и протирания орошаемой щеткой. В качестве основной в приборе применяется рецептура на органической основе, но возможно использование и других штатных рецептов.

В состав прибора входят: резервуар объемом 7,2 л для раствора, автономный источник давления, распределительная головка с устройством для распыла и нанесения растворов, устройство для крепления прибора на объектах ВВТ и переноски прибора во время обработки. Вытеснение дегазирующей рецептуры из рабочей емкости происходит под воздействием избыточного давления, создаваемого микролитражным баллончиком со сжатым воздухом или газогенерирующим устройством. При необходимости возможно подключение источника высокого давления самого обрабатываемого объекта или ручного автомобильного насоса. Количество автономных источников давления в комплекте каждого автономного бортового прибора обеспечивает полную специальную обработку наружных поверхностей типового объекта техники площадью 50 м² одним прибором при его переснаряжении рецептурой.

Необходимые расход, дисперсность, угол распыла и плотность аэрозольно-капельного потока обуславливаются оптимальной величиной начального избыточного давления в резервуаре и конструктивными характеристиками тангенциальной форсунки. Время работы прибора - не менее 4 мин. Полностью снаряженный прибор массой не более 15 кг может размещаться как внутри, так и снаружи объектов техники.

Его конструкция и габаритно-массовые характеристики позволяют проводить все работы, связанные со специальной обработкой (переноску, дегазацию, переснаряжение источниками давлений и рецептурой), одним человеком.

Индивидуальный комплект для специальной обработки автотракторной техники ИДК-1

ИДК-1 предназначен для дегазации, дезактивации и дезинфекции автотракторной техники с использованием автомобильного насоса или сжатого воздуха от компрессора автомобиля.

В состав ИДК-1 входит 20-литровая канистра (резервуар с обеззараживающим раствором), к которой с помощью специальной крышки присоединяют шланг с брандспойтом, на конце которого установлены распылитель и щетка. При работе ИДК-1 от автомобильного насоса по специальному шлангу от насоса подается сжатый воздух для выдавливания (подачи) раствора из канистры к распылителю, если ИДК-1 работает от компрессора автомобиля, то подача сжатого воздуха к распылителю идет мимо канистры по специальному шлангу, в этом случае распыление раствора

осуществляется за счет эжекции раствора. При работе ИДК-1 от компрессора автомобиля давление воздуха в системе должно быть более 300 КПа. С началом поступления раствора на обрабатываемую поверхность ее начинают протирать щеткой.

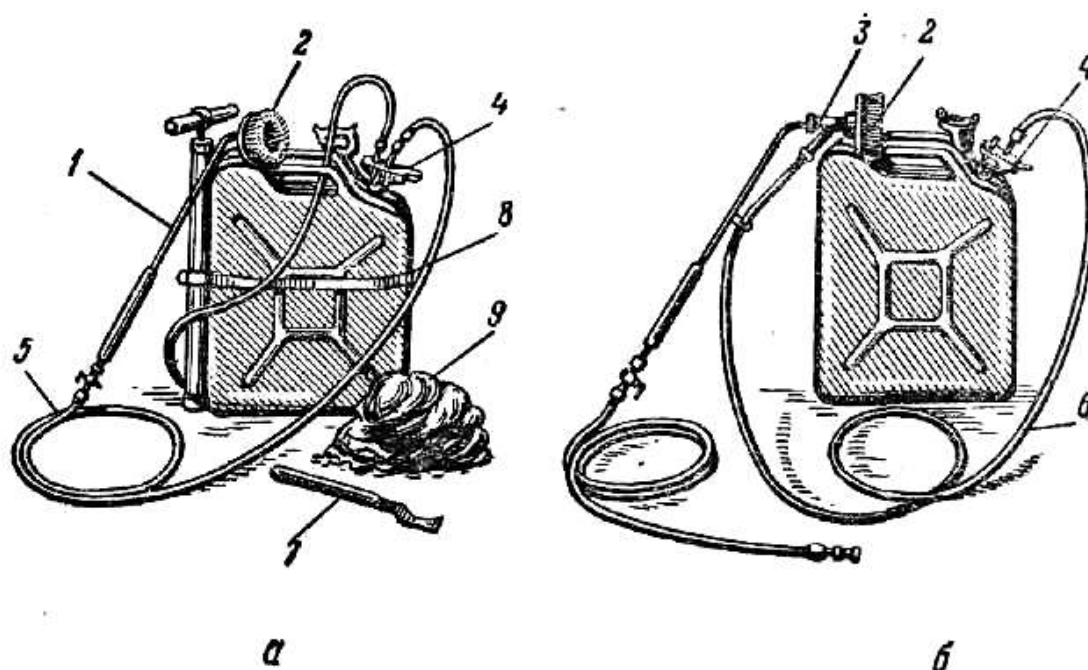


Рис. 12.6. Индивидуальный комплект для специальной обработки автотракторной техники ИДК-1 с 20-л бидоном (канистрой) в собранном виде: а - при использовании автомобильного шинного насоса; б - при работе от компрессора автомобиля; 1 - брандспойт; 2 - щетка; 3 - эжекторная насадка; 4 - специальная крышка; 5 - резиновый рукав с переходником; 6 - резиновый рукав для подвода жидкости; 7 - скребок; 8 - хомут; 9 – ветошь.

Средства индивидуальной обработки

Пакеты для обеззараживания одежды

Дегазирующий силикагелевый пакет

Дегазирующий силикагелевый пакет (ДПС) предназначается для дегазации одежды, зараженной парами ОВ. Пакет представляет собой тканевый мешочек (рис. 87) с дегазирующим веществом (порошком). Для защиты от влаги тканевый мешочек с порошком помещен в полиэтиленовую упаковку.

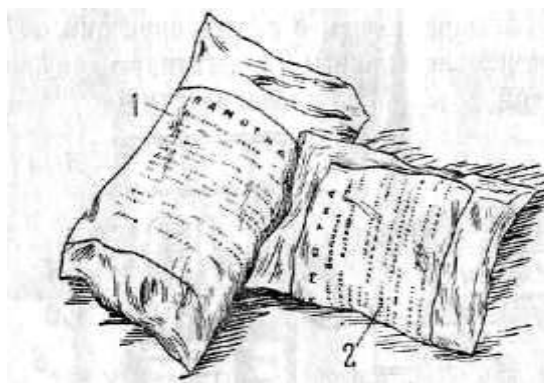


Рис. 12.7. Дегазирующий силикагелевый пакет (ДПС)

Дегазирующий пакет порошковый ДПП

Дегазирующий пакет порошковый ДПП (рис. 88) предназначен для дегазации одежды.

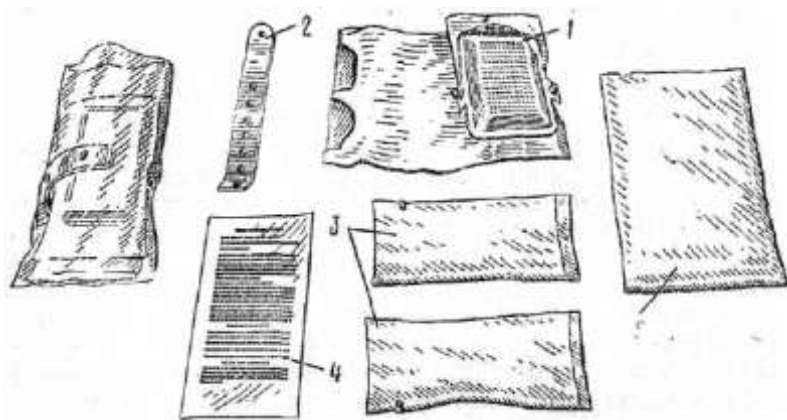


Рис. 12.8. Пакет ДПП:

- 1 - пакет-щетка; 2 - резиновый ремень; 3 - полиэтиленовые упаковки с дегазирующей рецептурой; 4 - памятка по пользованию;
- 5 - полиэтиленовый упаковочный мешок.

Он включает в себя пакет-щетку 1 с резиновым ремнем 2 для крепления пакета-щетки на руке, две полиэтиленовые упаковки с дегазирующей рецептурой 3 и памятку по пользованию 4, которые упаковываются в полиэтиленовый мешок 5.

Масса пакета 260 г. Масса рецептуры 200 г. Время приведения пакета в действие 90 с. Время обработки комплекта обмундирования до 10 мин.

Индивидуальный дегазирующий пакет порошковый модернизированный



Индивидуальный дегазирующий пакет порошковый модернизированный предназначен для защиты (импрегнирования) и дегазации одежды, зараженной основными типами отравляющих веществ, в интервале температур от -40 до +40 :С.

Рецептура пакета - порошковая, наносится щеткой, сформованной в пакете.

Масса пакета - 230 граммов.

Рис. 12.9. Индивидуальный дегазирующий пакет порошковый модернизированный.

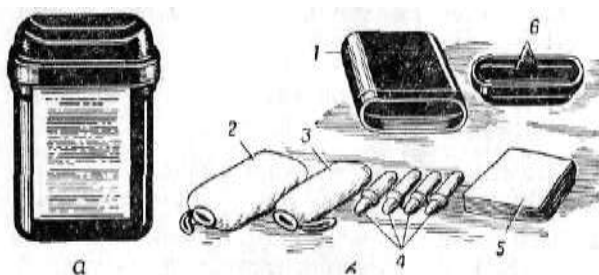
Индивидуальные противохимические пакеты

Индивидуальные противохимические пакеты (ИПП) предназначены для частичной обработки открытых участков кожных покровов тела, а также небольших участков обмундирования и снаряжения при попадании на них капельножидких отравляющих веществ и болезнетворных микробов.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-51

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-51 (рис. 12.10) состоит из футляра 1, в котором помещаются большой 2 и малый 3 сосуда с дегазирующими растворами, а также ампулы 4 с противодымной смесью и четыре марлевые салфетки 5. Сосуды вложены в марлевые мешочки. На крышке футляра 6 имеется шип для прокалывания оболочки сосудов. Внутри большого сосуда вместе с имеющейся там жидкостью помещается стеклянная ампула с сухим дегазирующим веществом.

С помощью пакета можно обработать участки площадью до 500 см².



Индивидуальный противохимический пакет ИПП-51:

а — общий вид;

б — в разобранном виде

Рис. 12.10.

Индивидуальные противохимические пакеты ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10 предназначены для дегазации открытых участков кожных покровов человека (лица, шеи, рук), прилегающих к ним участков обмундирования и лицевых частей противогазов. Пакет находится у личного состава и хранится в сумке для противогаза.

Индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8) состоит из одного стеклянного (пластмассового) флакона, заполненного дегазирующей жидкостью, четырех ватно-марлевых тампонов и памятки о правилах пользования пакетом, помещенным в полиэтиленовой оболочке.

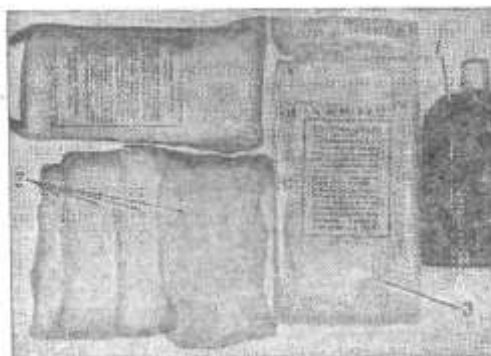


Рис. 12.11. Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8:

1 - стеклянный флакон; 2 - ватно-марлевые тампоны; 3 - герметичный полиэтиленовый мешок.

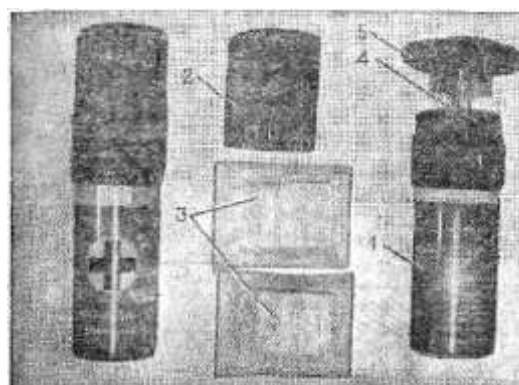


Рис. 12.12. Индивидуальный противохимический пакет ИПП-9:

1 - металлический баллон; 2 - крышка; 3 - ватно-марлевые тампоны; 4 - пробойник; 5 - губчатый тампон (грибок).

Пакет ИПП-8 (рис. 12.11) представляет собой стеклянный флакон 1, помещенный вместе с четырьмя ватно-марлевыми тампонами 2 в герметичный полиэтиленовый мешок 3.

Пакет ИПП-9 (рис. 12.12) представляет собой металлический баллон 1 с крышкой 2. Под крышкой находятся ватно-марлевые тампоны 3 и пробойник 4 с губчатым тампоном (грибком) 5.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-10

ИПП-10 предназначен для профилактики кожно-резорбтивных и вторично-ингаляционных поражений при заражении любыми известными отравляющими веществами открытых участков кожи. Рецептура жидкостная. Масса пакета 250 г. Обеспечивает двукратную защиту и обработку. Температурный интервал, от минус 20 до +40 °С.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-11

Предназначен для профилактики кожно-резорбтивных и вторично-ингаляционных поражений капельно-жидкими отравляющими и аварийно химически опасными веществами через открытые участки кожи, а также для дегазации этих веществ на коже и одежде человека, в интервале температур от плюс 50 до минус 20 °С. При заблаговременном нанесении на кожу защитный эффект сохраняется в течение 24 часов.

Форма выпуска - герметичный пакет, содержит тампон из нетканого материала, пропитанный противохимическим средством. На одну обработку открытых участков кожи используется один пакет. Вес пакета - около 35 г. Размеры -90×130×8 мм. Гарантийный срок хранения - 5 лет.

Новые функции: Быстрота и полнота обработки кожного покрова. Возможность дозированного использования. Удобство обработки лица под лицевой частью противогаза. Удаление части ОВ и продуктов дегазации тампоном. Эффективная защита до 6 часов. Бактерицидность. Заживление мелких ран и порезов. Лечение ожогов.

Технические данные: Тампон пропитан рецептурой. Масса пакета 36 г. Использование одноразовое. Температурный интервал, от минус-20 до +40 °С



Рис. 12.13. ИПП-11.



Рис. 12.14. ИПП-10.

12.3. Средства специальной обработки двойного назначения

К средствам специальной обработки двойного назначения относят технику народного хозяйства, а также подручные средства.

Из подручных средств для спецобработки используют щетки, ветошь и шанцевый инструмент. По нашему мнению эти средства не требуют дополнительного рассмотрения.

Из техники народного хозяйства для спецобработки можно применять:

- технику коммунального хозяйства;
- пожарную технику;
- строительные и дорожные машины;
- сельскохозяйственные машины и приборы;
- машины общего назначения.

Техника народного хозяйства для обеззараживания объектов может применяться, как правило, без какого-либо дооборудования, в режимах эксплуатации ее по прямому назначению. Лишь отдельные машины и

приборы при использовании для некоторых видов работ по обеззараживанию потребуют небольшого дооборудования, выполняемого на местах, в мастерских предприятий.

Техника коммунального хозяйства

В коммунальном хозяйстве городов применяется большое количество машин и механизмов, которые могут быть использованы для обеззараживания различных объектов. Среди них:

- поливомоечные машины;
- подметально-уборочные машины;
- тротуароуборочные машины;
- пескоразбрасыватели,
- снегоочистители и снегопогрузчики, шлаковозы;
- мусоровозы и ассенизационные машины.

Поливомоечные машины предназначены для поливки и мойки улиц и дворов с усовершенствованным покрытием, поливки зеленых насаждений, очистки проездов от снега (при наличии навесного снегоочистительного оборудования). В интересах гражданской обороны они могут быть применены для обеззараживания участков местности, технических и транспортных средств с помощью воды (мойка) и обеззараживающих растворов (поливка). Кроме того, эти машины могут использоваться для смачивания твердых дегазирующих веществ, применяемых при дегазации участков местности, дорог и улиц, а также для сбора в валы и кучи зараженного радиоактивными и отравляющими веществами снега.



Рис. 12.15. Поливомоечная машина ПМ-130.

Подметально-уборочные машины предназначены для подметания асфальтовых и цементно-бетонных дорожных покрытий с одновременным сбором смета. В интересах гражданской обороны они могут быть использованы для дезактивации дорог, улиц и площадей, имеющих асфальтовое и цементобетонное покрытие, перетирания твердых дегазирующих веществ, применяемых при дегазации участков местности, дорог и улиц.

Тротуароуборочные машины предназначены для механизированной уборки тротуаров, дворовых территорий и узких проездов. В интересах гражданской обороны они могут быть использованы для обеззараживания дорог и улиц с асфальтовым и бетонированным покрытием и для перетирания твердых дегазирующих веществ, применяемых для дегазации участков местности.

Пескоразбрасыватели предназначены для нанесения инертных материалов на поверхность дорожного покрытия при гололедах. В интересах гражданской обороны они могут быть использованы для дегазации участков местности, дорог и улиц твердыми (сыпучими) дегазирующими веществами.

Снегоочистители и снегопогрузчики предназначены для уборки снега с дорожных покрытий и погрузки его в транспортные средства. В интересах гражданской обороны они могут быть использованы для удаления зараженного радиоактивными и отравляющими веществами снега с проезжей части дорог и улиц.

Сельскохозяйственные машины и приборы

Сельскохозяйственные машины и приборы, с успехом могут найти применение для обеззараживания различных объектов. Наиболее пригодными для обеззараживания техники, транспорта и местности являются:

- опрыскиватели (ранцевые, вентиляторные, пневматические и др.)
- тракторные опрыскиватели-опылители (навесные, универсальные);
- жиже-разбрызгиватели, разбрызгиватели-прицепы;
- тракторные плуги и др. техника;

Машины общего назначения

Помимо рассмотренных машин и приборов для обеззараживания могут быть использованы транспортные машины, автотопливозаправщики, автомаслозаправщики. Причем последние могут найти широкое применение для приготовления и подвоза растворов и суспензии, для заправки раствором других машин, а также для обработки техники и транспорта.

12.4. Средства обеззараживания АХОВ

Для локализации химического заражения, предотвращения растекания АХОВ, предупреждения заражения грунта и грунтовых вод могут быть использованы различные простейшие способы и средства: обваловка разлившегося АХОВ; создание препятствий на пути растекания АХОВ (запруды); сбор АХОВ в естественные углубления, ловушки.

Наряду с этим используется метод поглощения жидких АХОВ слоем сыпучих адсорбентов или грунта. Адсорбенты (грунт) рассыпают над жидкой фазой, или надвигают материал поглотителя на жидкую фазу техническими средствами. При этом слой сорбента (поглотителя) должен быть не менее 10...15см. Загрязненный сыпучий материал и верхний слой грунта (на глубину впитывания АХОВ) при необходимости собирают в специальные емкости для последующего вывоза в места дегазации или захоронения. При авариях с горючими, но не взрывоопасными АХОВ (нитробензол, гидразин, тетрахлорэтилен и др.) небольшие зараженные участки можно дегазировать сжиганием АХОВ на местности или сжигать зараженный грунт в термопроцессорах.

Мерзлый грунт со снегом выжигают при норме расхода керосина 8-10л/м². За счет первого выжигания грунт подсушивают, при повторном - сжигают АХОВ полностью.

Для уменьшения испарения АХОВ, жидкую фазу изолируют пеной или покрытием.

Для получения пены и покрытия ею жидкого АХОВ используют штатные пеногенераторы пожарных машин или импровизированные приспособления к другим специальным машинам.

Наиболее доступным и дешевым способом снижения скорости испарения АХОВ является разбавление их жидкой фазы струей воды или растворами дегазирующих веществ. Вода или растворы дегазирующих веществ могут подаваться в очаг химического поражения мелкодисперсной или компактной струями. Мелкодисперсная струя, подаваемая в виде "зонтика" обеспечивают дегазацию, как жидкой фазы, так и дегазацию паров АХОВ. Компактную струю используют для нейтрализации концентрированных кислот, окислителей и других веществ, бурно реагирующих с водой.

Наиболее эффективно применение для дегазации АХОВ химически активных растворов. Перечень веществ и растворов для дегазации АХОВ приведен в табл. 32.

С помощью специальных машин и приборов в большинстве случаев используются такие дегазирующие вещества, как дветретиосновная соль гипохлорита кальция (ДТС ГК) или хлорная известь.

Широко могут применяться и отходы химических производств. Для многих АХОВ вода может быть использована для их разбавления до "безопасных" концентраций с расходом 100 т. воды на 1т. АХОВ.

Таблица 12.3

Перечень веществ и растворов для дегазации АХОВ

АХОВ	Дегазирующие вещества и растворы		
	Компоненты	Расход, т на 1 т. АХОВ	Отходы хим. производств
Аммиак	Слабые растворы минеральных кислот	2	Щавелевая кислота в растворе (1-20%)-ОХП щавелевой кислоты
Хлор	Слабый раствор едкого натрия или кальцинированной соды	10	Щелочь обработанная - ОХП
Серо-водород	Суспензия ДТС-ГК, каустическая сода (60%)	3	Натрий хлорноватисто-кислый (1-20%) отходы хим.реактивов
Хлористый водород	Раствор едкого натрия	10	Раствор едкого натрия (300 г/л)

12.5. Технические средства полной санитарной обработки

Для проведения полной санитарной обработки в местах временного проживания используются: комплекты санитарной обработки КСО и дезинфекционно-душевые установки.

Комплект санитарной обработки КСО

Комплект санитарной обработки (КСО) предназначен для полной санитарной обработки людей в теплое время года и частичной санитарной обработки в холодное время года. Комплект использует отработавшие газы двигателей автомобилей.

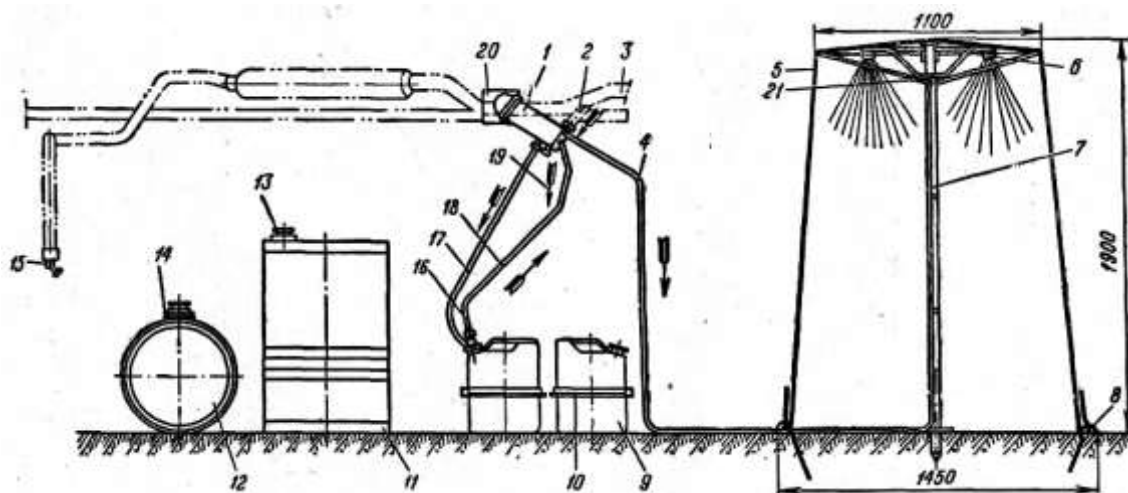


Рис. 12.16. Комплект санитарной обработки личного состава КСО.

В качестве емкости для воды при работе комплекта используются металлические бочки на 100, 200 и 250 л, а также стандартные 20-литровые бидоны (канистры). Для защиты личного состава от непогоды и холода во время санитарной обработки разворачивается палатка 6, входящая в состав комплекта.

Для проведения санитарной обработки с помощью собранного комплекта устанавливается предохранительный клапан на выпускную трубу глушителя и производится запуск двигателя. Во время работы двигателя отработавшие газы через газоотборник поступают в теплообменник. Часть газов из теплообменника по резиноканевому рукаву поступает в емкость, наполненную водой, и создает в ней давление. Под давлением вода из емкости вытесняется в теплообменник, проходит по водогрейным трубкам, нагревается до температуры 40°C и поступает на душевые насадки 9. Пропускная способность комплекта 10...12 чел.-час; производительность по подаче горячей воды при работе на автомобилях ЗИЛ 5...6 л/мин, на автомобилях. ГАЗ 3...4 л/мин. Вес комплекта в укладочном ящике 40 кг. Время разворачивания (свертывания) комплекта 8...10 мин.

Дезинфекционно-душевые установки

Дезинфекционно-душевая установка ДДА предназначена для мытья людей и дезинфекции (дезинсекции) одежды в полевых условиях.

Общий вид установки ДДА показан на рис. 12.17.

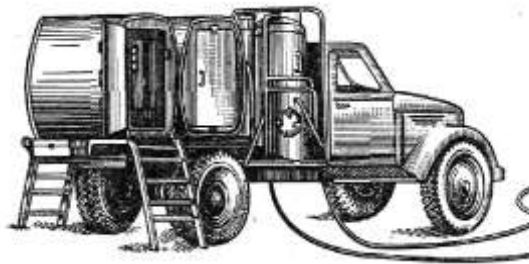


Рис. 12.17. Дезинфекционно-душевая установка ДДА

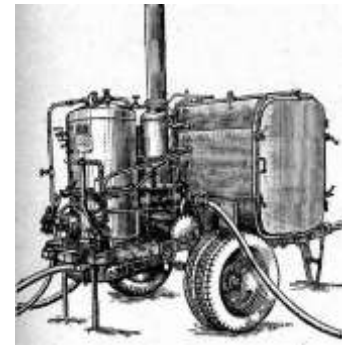


Рис. 12.18. Дезинфекционно-душевая установка ДДП

Специальное оборудование установки ДДА смонтировано на шасси автомобиля, где неподвижно закреплены паровой котел с водоподогревателем, бойлер-аккумулятор, две дезинфекционные камеры, пароструйный элеватор, ручной насос и система трубопроводе. В некоторых дезинфекционно-душевых установках, кроме того, имеется пароструйный самовсасывающий инжектор (или паровой насос), который служит для заполнения котла водой во время работы. Кроме того, в комплект установки входят два душевых прибора с шестью душевыми сетками каждый, дымовая труба, резиноканевые рукава, очиститель, запасное и подсобное оборудование.

Дезинфекционно-душевая установка ДДП

Дезинфекционно-душевая установка ДДП (рис. 12.18) предназначена для мытья людей и дезинфекции (дезинсекции) обмундирования, снаряжения, обуви и индивидуальных средств защиты в полевых условиях.

Пропускная способность установки в час:

— помывка людей без обработки обмундирования; летом 48, зимой 36 человек;

— помывка людей с одновременной дезинсекцией их обмундирования: летом 36, зимой 30 человек;

— помывка людей с одновременной дезинфекцией обмундирования, зараженного вегетативными формами микробов: летом 24, зимой 16 чел.

Специальное оборудование установки монтируется на одноосном автомобильном прицепе. На прицепе неподвижно закреплены паровой котел, ручной насос, паровой насос или инжектор, укладочный ящик, размещенный между котлом и камерой. По устройству и принципу действия дезинфекционно-душевая установка ДДП аналогична установке ДДА, но обладает меньшей производительностью.

13. Средства технического обеспечения РХБ защиты

Средства технического обеспечения РХБ защиты включают ремонтный ящик средств защиты, ремонтный стол химического мастера, автомобильную мастерскую ПРХМ.

13.1. Ремонтный ящик средств защиты

Ремонтный ящик средств защиты предназначен для проведения текущего ремонта противогазовых коробок, лицевых частей, сумок для ношения противогазов и средств защиты кожи.

Ящик РЯ-СЗ позволяет осуществить следующие работы: очистку от ржавчины и подкраску противогазовых коробок, металлических деталей лицевых частей и сумок; наложение заплат на шлем-маски; смену на лицевых частях неисправных клапанов, ниппельных и прокладочных колец; штопку порывов ткани, восстановление распоровшихся швов, пришивку оборотных пряжек, пуговиц и ремешков на сумках; наложение заплат на небольшие повреждения средств защиты кожи и замену тесьмы у защитных чулок; замену неисправных деталей изолирующих противогазов.

Ящик РЯ-СЗ обеспечивает текущий ремонт 50 фильтрующих противогазов и 15...20 комплектов средств защиты кожи. Масса - 8 кг.

Ящик РЯ-СЗ состоит из фанерного корпуса, внутри которого размещены ремонтные материалы, инструмент и запасные части. Крышка ящика запирается на два замка, исключающих возможность самопроизвольного раскрытия ящика. Для переноски на крышке ящика имеется ручка.

Схема размещения элементов в ящике приведена на рис. 99.

1 - свободные отсеки для деталей изолирующих противогазов; 2 - корпус шпатель; 3 - второй клапан выдоха; 4 - первый клапан выдоха; 5 - пробка резиновая; 6 - ножницы; 7 - отвертка; 8 - плоскогубцы; 9 - изоляционная лента; 10 - щетка металлическая; 11 - напильники; 12 - кисти; 13 - тесьма; 14 - полиэтиленовая лента с липким слоем; 15 - резина масочная; 16 - наждачная бумага; 17 - карандаш ПЗО; 18 - проволока; 19 - лента; 20 - коробка с мембранами; 21, 26, 27 - коробка с пленками НП; 22 и 23 - клей термопленочный; 24 - эмаль; 25 - бидончик; 28 - терка; 29 - кольцо прижимное; 30 - кольцо прокладочное; 31 - кольцо прокладочное; 32 - кольцо ниппельное; 33 - тальк; 34 - закрепка к плащу; 35 - полукольцо; 36 - нитки; 37 - игла швейная; 38 - ремешок для сумки; 39 - пряжка оборотная; 40 - клапан вдоха; 41 - пуговицы; 42 - наперсток; 43 - кружки резиновые; 44 - пенал.

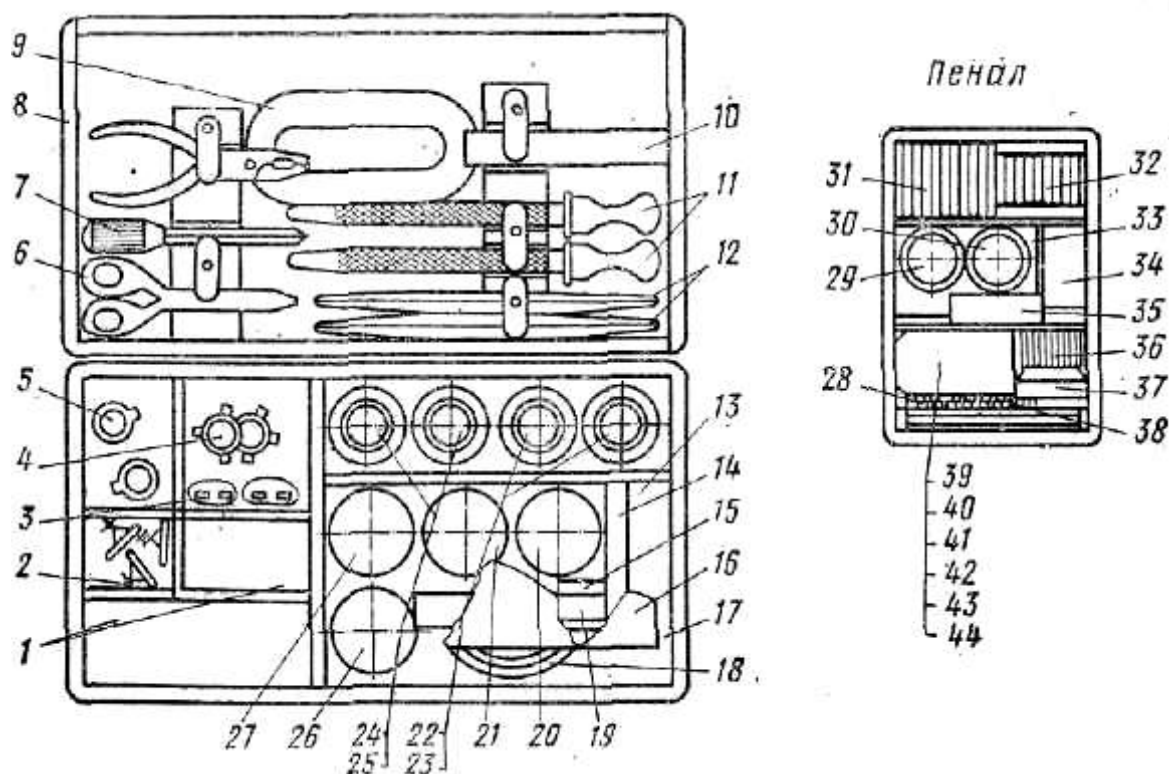


Рис. 13.1. Схема размещения материалов, запасных деталей и инструмента в РЯ-СЗ.

13.2. Ремонтный стол химического мастера

Ремонтный стол химического мастера СХМ-Р предназначен для проведения текущего и частично среднего ремонта средств индивидуальной защиты (СИЗ).

С помощью СХМ-Р можно выполнить следующие виды работ по ремонту СИЗ: у противогазовых коробок — исправление резьбы и перекоса горловины, исправление герметизирующего зига, выпрямление резьбы крышки овальной формы, пайку негерметичных мест, проверку герметичности; у лицевых частей — определение мест проколов и порывов, наложение заплат на места проколов и порывов, исправление помятостей металлических деталей, замену неисправных деталей, проверку герметичности; у изолирующих противогазов - проверку герметичности, проверку давления открытия и закрытия клапанов избыточного давления; у сумок — наложение заплат, замену неисправных деталей; у регенеративных патронов — проверку герметичности; у каркасов изолирующих противогазов — выпрямление вмятин; у средств защиты кожи — наложение заплат, замену неисправных деталей, проверку герметичности резиновых перчаток и сапог; на металлических деталях и узлах очистку от ржавчины и восстановление лакокрасочных покрытий.

Материалы и комплектующие изделия ремонтного стола СХМ-Р обеспечивают проведение текущего и частично среднего ремонта фильтрующих противогазов - до 1300 комплектов, изолирующих противогазов—до 100 комплектов, средств защиты кожи—до 1000 комплектов.

В состав ремонтного стола СХМ-Р входят: тумба левая №1, тумба правая № 2, дополнительный щит, приборы для контроля средств индивидуальной защиты, инструмент, запасные части и материалы. В передней части тумбы № 2 укладывается дополнительный щит. Каждая тумба имеет две ручки для переноски, на дверях тумб укреплены три замка. Масса тумбы № 1 — 70 кг, тумбы №2 - 72 кг.

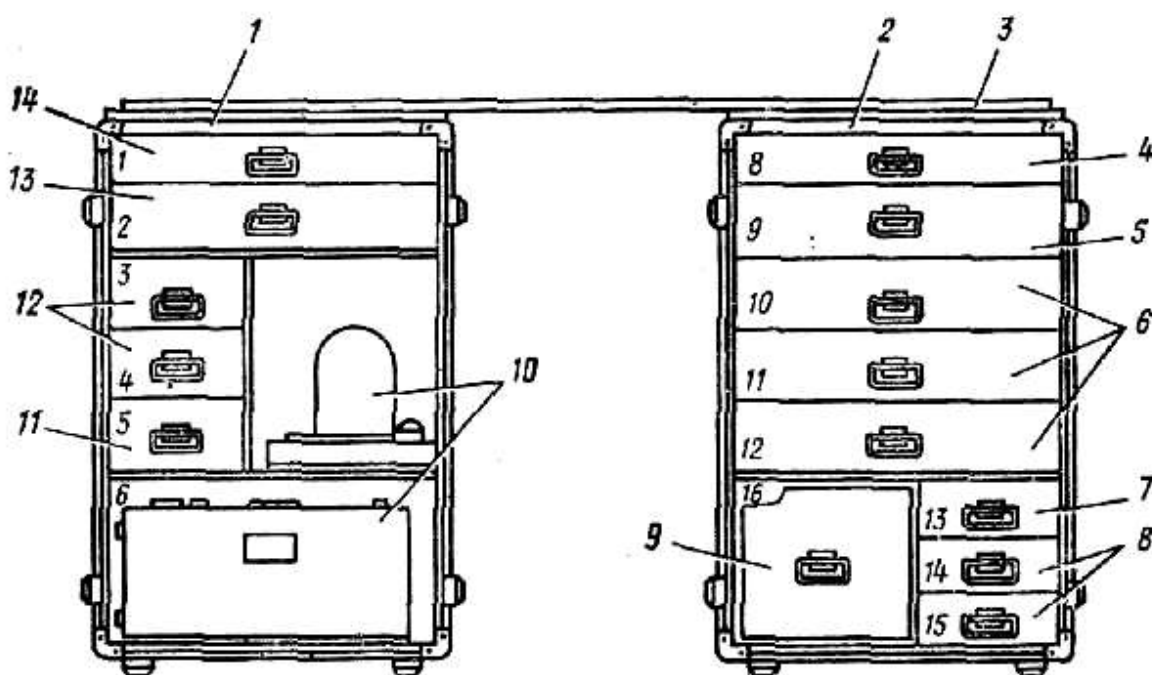


Рис. 13.2. Ремонтный стол химического мастера СХМ-Р:

1 - тумба левая № 1; 2 - тумба правая №2; 3 - щит дополнительный; 4 - пенал с деталями к изолирующим противогазам; 5, 6, 8, 12 - пеналы с деталями для шлем-масок; 7 - пенал с кистями и лепестками клапана; 9 - отсек с бидонами; 10 - отсеки с приборами и приспособлениями; 11 - Пенал с ремонтными материалами; 13 - пенал с инструментом и принадлежностями; 14 - пенал с документацией.

Стол радиомастера СРМ-2

Стол радиомастера СРМ-2 предназначен для проведения технического обслуживания, диагностики и среднего ремонта приборов РХБ разведки.

Стол радиомастера СРМ-2 обеспечивает:

1. Проведение технического обслуживания, проверку технического состояния приборов РХБ разведки.

2. Проведение среднего ремонта приборов РХБ разведки

3. Диагностику приборов.

Число рабочих мест1. В состав стола входят:

Стол.

Стойка.

Пульт питания.

Электронно-радиоизмерительная аппаратура.

Контрольно-измерительные приборы.

Комплекты оборудования для диагностики приборов.

Комплект технологических кабелей.

Комплекты специального инструмента и инструмента общего применения

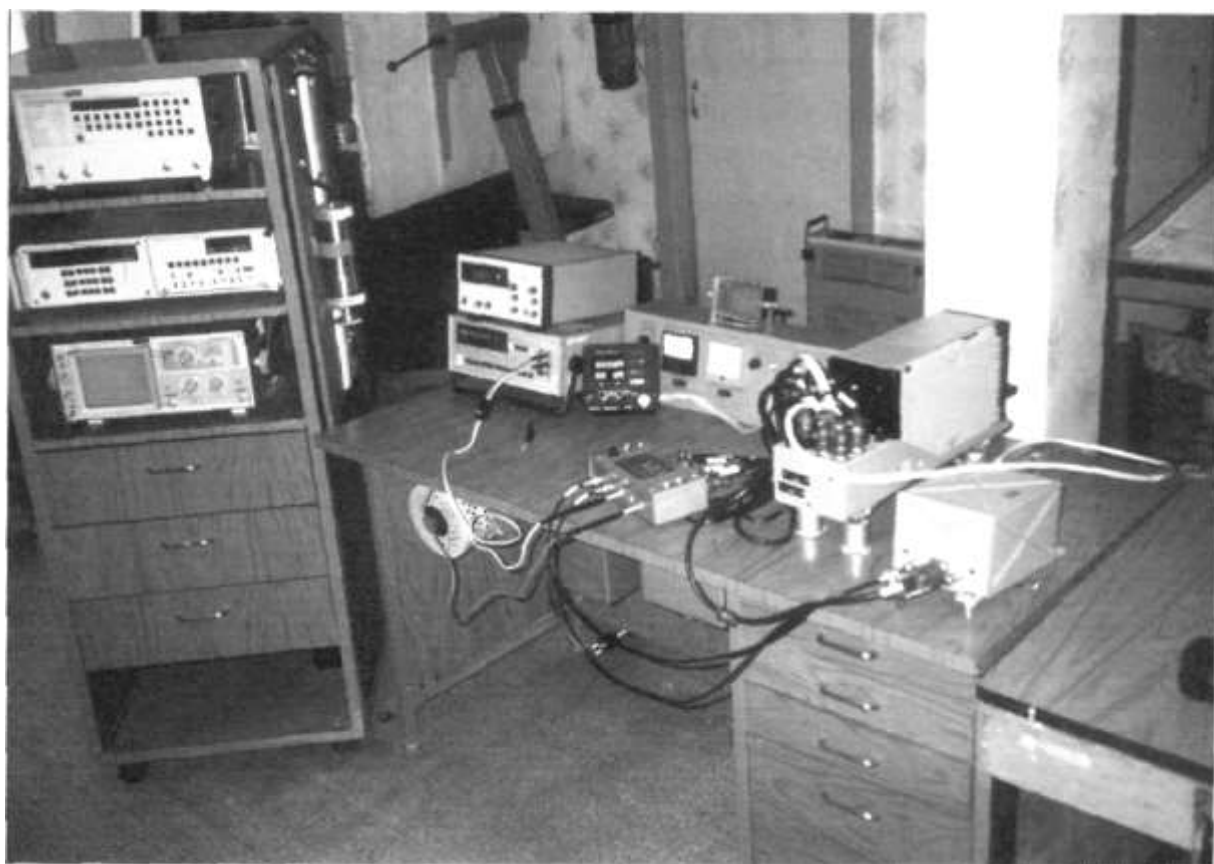


Рис. 13.3. Стол радиомастера.

13.3. Автомобильная ремонтная химическая мастерская

Подвижная ремонтная химическая мастерская (ПРХМ) предназначена для проведения периодического технического обслуживания и текущего

ремонта ВиС РХБЗ, а также среднего ремонта приборов радиационной и химической разведки, приборов и комплектов специальной обработки и средств индивидуальной защиты.

Специальное оборудование ПРХМ установлено на шасси автомобиля.

Для ремонта приборов радиационной и химической разведки в кузове разворачиваются четыре рабочих места. Прицеп с размещенным на нем бензоэлектрическим агрегатом предназначен для питания потребителей мастерской электрическим током.

Градуировочное оборудование предназначено для поверки и восстановления дозиметрических приборов.



Рис. 13.4. Подвижная ремонтная химическая мастерская.

Установка поверочная дозиметрическая УПД «Интер-М»

Установка предназначена для поверки дозиметрических приборов в поле гамма-излучения цезия-137.



Состав установки:

- Установка поверочная дозиметрическая
- Комплект технологических кабелей
- Набор держателей для градуировки
- Комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей

Рис. 13.5. УПД «ИНТЕР-М».

14. Основы РХБ защиты

14.1. Цели, задачи и мероприятия РХБ защиты

Радиационная, химическая и биологическая защита (РХБ защита) - это комплекс мероприятий, проводимых на объектах, в городах и населенных пунктах с целью исключения или максимального ослабления воздействия на людей радиоактивных веществ, боевых токсичных химических веществ, аварийно химически опасных веществ и биологических средств.

То есть РХБ защита – это комплекс мероприятий направленных на снижение потерь населения и сил ГОЧС в условиях РХБ заражения.

РХБ защита организуется целью не допустить или максимально ослабить воздействие радиоактивных, опасных химических веществ и биологических средств на население и силы РСЧС и обеспечить функционирование объектов экономики и системы жизнеобеспечения населения в условиях РХБ заражения.

Основными задачами РХБ защиты являются:

1. Выявление и оценка масштабов и последствий РХБ заражения при применении ОМП, авариях на радиационно и химически опасных объектах, а также неспецифическое обнаружение биологических средств.

2. Защита людей, животных, продовольствия и воды в условиях РХБ заражения.

При организации РХБ защиты населения используются стандартные способы защиты:

— защита расстоянием, то есть максимальное удаление людей от источников опасности;

— защита временем, то есть максимальное сокращение времени пребывания в зонах заражения;

— защита средствами, ослабляющими действие опасных факторов.

Технические меры защиты должны сочетаться с правильной организацией жизнедеятельности людей на загрязненных территориях. То есть необходимо предусматривать ряд организационно-технических мероприятий таких как: оповещение об опасности; обязательную подготовку населения по правилам поведения при опасности; использование систем контроля за опасными факторами; рациональное размещение людей и организация их жизнедеятельности в опасных зонах; постоянный медицинский контроль. Применительно к задачам РХБ защиты они трансформируются в следующие мероприятия:

Для выполнения первой задачи целесообразно проводить следующие мероприятия:

1. Сбор, обработка данных и информация о РХБ обстановке.
2. Радиационная, химическая и неспецифическая биологическая разведка.
3. Радиационный и химический контроль людей, техники и материальных средств.

Для выполнения второй задачи предусмотрено проведение следующих мероприятий:

4. Оповещение о РХБ заражении.
5. Использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств местности и других объектов.
6. Специальная обработка техники, вещевого имущества, средств индивидуальной защиты, обеззараживание участков местности, дорог и сооружений, санитарная обработка населения.
7. Разработка и введение режимов жизнедеятельности населения, сил ГОЧС и функционирования объектов экономики в зонах заражения (режимов РХБ защиты).
8. Обеспечение населения и сил ГОЧС средствами РХБ защиты, их техническое обслуживание и ремонт.
9. Обеспечение радиационной и химической безопасности на потенциально опасных объектах.

В качестве отдельной задачи может быть поставлена задача по биологической защите населения и сил ГОЧС.

Таким образом, в комплекс РХБ защиты включим:

Выявление и оценка масштабов и последствий РХБ заражения

1. Сбор, обработка данных и информация о РХБ обстановке.
2. Радиационная, химическая и неспецифическая биологическая разведка.
3. Радиационный и химический контроль людей, техники и материальных средств.

Защита людей, животных, продовольствия и воды от РХБ заражения

4. Оповещение о РХБ заражении.
5. Использование средств индивидуальной и коллективной защиты.
6. Разработка и введение режимов РХБ защиты.
7. Специальная обработка техники, вещевого имущества, средств индивидуальной защиты, обеззараживание участков местности, дорог и сооружений, санитарная обработка населения.

8. Обеспечение населения и формирований средствами РХБ защиты, их техническое обслуживание и ремонт.

9. Обеспечение радиационной и химической безопасности на потенциально опасных объектах.

14.2. Содержание мероприятий по выявлению и оценки масштабов и последствий РХБ заражения

Сбор, обработка данных и информация о РХБ обстановке

Сбор, обработка данных и информация о РХБ обстановке включает:

- сбор информации от постов, пунктов и средств выявления РХБ обстановки;

- обработку информации и решение задач по оценке РХБ обстановки (в том числе: заблаговременное прогнозирование обстановки по оценочным параметрам аварий на РХБ опасных объектах и при применении ядерного, химического и биологического оружия; оценку РХБ обстановки по данным разведки);

- предоставление информации о РХБ обстановке органам управления и объектам ГО.

Сбор, обработка данных и информация о радиационной, химической и биологической обстановке организуется для своевременной оценки обстановки, осуществления подготовки предложений председателю КЧС для принятия решения на ведение аварийно спасательных и других неотложных работ.

Сбор данных организует оперативное управление (отдел) совместно с начальником службы РХБ защиты.

Данные о ядерных взрывах, РХБ заражении, разрушении РХОО поступают в оперативные управления (отделы), в РАГ, где обрабатываются и докладываются начальнику ГУ по делам ГО и ЧС, председателю КЧС;

До получения данных РХБ разведки от войск и СНЛК, радиационная и химическая обстановка ориентировочно может быть оценена по результатам прогнозирования;

При прогнозировании устанавливаются возможные зоны (районы) заражения местности и атмосферы населенные пункты оказавшиеся в зонах с высокими мощностями доз излучения и химического заражения; ориентировочные потери личного состава, определяется объем задач по ликвидации последствий.

Радиационная, химическая и неспецифическая биологическая разведка

Радиационная, химическая и неспецифическая биологическая разведка организуется для своевременного обнаружения РХБ заражения и обеспечения органов управления данными о радиационной и химической обстановке на местности, в водных акваториях и в воздушном пространстве.

РХБ разведка ведется подразделениями и формированиями наземной, морской (речной) и воздушной радиационной и химической разведки, силами сети наблюдения и лабораторного контроля.

Для ведения разведки создаются химические разведывательные дозоры и посты радиационного и химического наблюдения (ПРХН);

Силы РХБ разведки своевременно обнаруживают начало заражения, оповещают об этом органы управления и население, определяют мощности доз излучения, тип отравляющих и аварийно химически опасных веществ определяют границы участков заражения, пути их обхода или преодоления и устанавливают знаки ограждения в районах разведки.

Радиационный и химический контроль людей, техники и материальных средств

Радиационный и химический контроль сил РСЧС, населения, техники и материальных средств осуществляется в целях получения данных для оценки состояния населения по радиационному фактору и определения объема специальной обработки.

РХК включает определение доз облучения личного состава и степени заражения людей, вооружения и техники и материальных средств и объектов радиоактивными и отравляющими веществами.

Контроль облучения личного состава (населения) подразделяется на групповой и индивидуальный [53].

Контроль радиоактивного загрязнения осуществляется в целях определения необходимости проведения специальной обработки войск, сооружений и объектов, обеззараживания продовольствия и воды;

Химический контроль проводится в целях определения необходимости и полноты дегазации вооружения и другой техники, материальных средств, сооружений и местности, обеззараживания продовольствия и воды, установления возможности действий без средств защиты, а также для определения факта применения противником неизвестных отравляющих веществ, аварийно химически опасных веществ и ядов.

Организация радиационного и химического контроля должна предусматривать:

- обеспечение средствами РХК;
- организацию выдачи этих средств;
- снятие показаний с дозиметров (расчет доз) и учет доз облучения и степени заражения людей, одежды, приборов, техники и местности;
- представление донесений в вышестоящие органы управления о дозах облучения и степени заражения;
- поддержание технических средств контроля в исправном состоянии.

14.3. Содержание мероприятий по защите людей, животных, продовольствия и воды от РХБ заражения

Оповещение о радиоактивном, химическом и биологическом заражении организуется и осуществляется в целях предупреждения населения и сил ГО и РСЧС о РХБ заражении для принятия мер по своевременному надеванию СИЗ и использованию средств коллективной защиты.

Оповещение о радиоактивном, химическом и биологическом заражении осуществляется штатными и специально подготовленными подразделениями радиационной и химической разведки в местах развертывания ПРХН установленными сигналами оповещения. Основными сигналами являются: **«Воздушная тревога»**, **«Радиационная опасность»**, **«Химическая тревога»**.

«Воздушная тревога». По радиотрансляционной сети передается следующий текст: «Граждане! Воздушная тревога! Говорит штаб гражданской обороны. Воздушная тревога! Воздушная тревога! Воздушная тревога!» Задействуются электросирены. Дублируются прерывистыми гудками заводов, фабрик, локомотивов, речных и морских судов.

По этому сигналу:

- рабочие и служащие смен прекращают работу и укрываются в защитных сооружениях на объектах или вблизи от них;
- личный состав формирований ГО укрывается в убежищах и укрытиях в районе нахождения (расположения);
- население, находящееся по месту жительства, покидает квартиры и укрывается в ближайших убежищах и укрытиях;
- городской транспорт останавливается, пассажиры укрываются в ближайших укрытиях;

- полученные индивидуальные средства защиты приводятся в готовность.

«Радиационная опасность». Передается текст «Внимание! Говорит штаб гражданской обороны. Граждане! На территории района (населенного пункта, объекта) радиационная опасность! Радиационная опасность! Используйте индивидуальные средства защиты! Укройтесь в защитных сооружениях! Следите за нашими сообщениями!»

Дублируется частыми ударами по металлическим предметам. По сигналу рабочие и служащие, формирования ГО и все остальное население немедленно надевают средства защиты органов дыхания и укрываются в защитных сооружениях (если они к моменту получения сигнала не были укрыты), в дальнейшем действуют по указанию штаба ГО района (города, объекта).

«Химическая тревога». Передается текст «Внимание! Говорит штаб ГО! Граждане! На территории города (объекта) объявляется химическая тревога! Химическая тревога! Немедленно используйте средства защиты органов дыхания и кожи! Следите за нашими сообщениями!»

Дублируется частыми ударами по металлическим предметам. По этому сигналу люди, находящиеся на открытой местности немедленно одевают противогазы, защитную одежду и как можно быстрее выходят из зараженного участка, руководствуясь указаниями штаба ГО о находящейся в защитных сооружениях, в зарытых машинах и помещениях – немедленно надевают противогазы. В дальнейшем действуют по указанию штаба ГО района (города, области).

Использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств местности и других объектов организуется и осуществляется в целях защиты личного состава и населения от поражающих факторов ядерных взрывов, радиоактивных, опасных химических веществ и биологических средств.

Умелое использование средств индивидуальной и коллективной защиты достигается:

— постоянным контролем наличия и исправности средств индивидуальной и коллективной защиты;

— заблаговременной подготовкой и тренировкой личного состава и населения в пользование этими средствами в различной обстановке;

- правильным определением рубежей и времени заблаговременного перевода СИЗ в боевое положение;
- установлением момента их снятия;
- определением режима и условий эксплуатации сооружений, оборудованных средствами коллективной защиты.

Разработка и введение режимов РХБ защиты включает:

- разработку режимов или выбор их для конкретных условий;
- организацию доведения режимов до исполнителей;
- порядок введения и контроля соблюдения режимов защиты.

Определение режимов радиационной и химической защиты населения и персонала ОЭ в условиях РХБ заражения, а также войск ГО при проведении АСДНР осуществляется с целью создания условий, обеспечивающих исключение переоблучения населения и личного состава выше установленных пределов и сохранения их работоспособности при длительном нахождении в зонах РХ заражения.

Под режимами радиационной защиты спасателей понимается порядок действий войск и применение средств и способов защиты в зоне радиоактивного загрязнения для уменьшения возможных доз облучения.

Режимами радиационной защиты регламентируется продолжительность и условия работы, передвижения и отдыха спасателей в течение суток.

Режимы радиационной защиты зависят от:

- мощности доз излучения на местности в районе АСДНР;
- степени защищенности спасателей (т. е. нахождении в здании, транспортном средстве, укрытии, открыто на местности и т. д.);
- времени, прошедшего после ядерного взрыва или аварии на РОО;
- значений допустимого предела дозы облучения;
- периода пребывания спасателей на загрязненной местности.

Соблюдение режимов химической защиты достигается:

- использованием защитных сооружений;
- применением средств индивидуальной защиты;
- установлением режимов функционирования средств коллективной защиты для обеспечения убежищ чистым воздухом (вентиляция, фильтровентиляция, полная изоляция);

- организацией посменной работы формирований в очагах химического поражения (через каждые 6-8 часов спасатели выводятся на незараженную местность для отдыха).
- Срок пребывания в убежищах в режиме фильтровентиляции не должен превышать 12 часов, в режиме полной изоляции с регенерацией воздуха – 6 часов.

Специальная обработка техники, имущества, местности, дорог и сооружений, а также санитарная обработка осуществляются с целью ликвидации заражения радиоактивными, аварийно химически опасными веществами и биологическими средствами и предотвращения поражения личного состава и населения [54].

Специальная обработка может быть частичной и полной.

Обеззараживание участков местности, дорог и сооружений, обмундирования и снаряжения проводится подразделениями РХБ защиты войск ГО и соответствующими службами ГО.

Специальная обработка вооружения и техники, обмундирования, вещевого имущества, снаряжения, средств индивидуальной защиты, обеззараживание участков местности, дорог и сооружений, санитарная обработка населения включает:

- организацию санитарной обработки людей и обеззараживания одежды, обуви, СИЗ, техники, приборов, зданий, сооружений и местности;
- накопление (приспособление) техники, приборов и материальных средств для санобработки и обеззараживания;
- поддержание техники, приборов и средств обеззараживания в исправном и пригодном к применению состоянии;
- подготовка сил и средств для проведения работ по обеззараживанию.

Обеспечение населения и формирований средствами РХБ защиты, их техническое обслуживание и ремонт включает:

- накопление средств защиты;
- организацию хранения, обслуживания и освежения средств защиты;
- организацию выдачи средств защиты;
- обучение правилам пользования средствами защиты;
- организацию технического обслуживания и ремонта ВиС РХБЗ.

Обеспечение радиационной и химической безопасности на потенциально опасных объектах достигается:

- проведением мероприятий по уменьшению риска возникновения аварий и максимальному уменьшению ущерба и потерь в случае их возникновения на Р и Х опасных объектах;
- организацией оповещения об угрозе или возникновении аварии;
- проведением полной или частичной эвакуации населения из опасных районов;
- организацией выдачи СИЗ и укрытие населения в защитных сооружениях и герметизированных помещениях зданий;
- организация ведения режимов РХ защиты;
- Организация ДХК;
- ликвидация аварий и их последствий;
- зонирование территорий по степени радиационной опасности и проведение в них защитных мероприятий и мер радиационной безопасности.

Обеспечение радиационной безопасности организуется в целях защиты населения и личного состава от поражающего воздействия ионизирующих излучений, а внешней среды от загрязнения при использовании радиоактивных веществ и других источников ионизирующих излучений.

Обеспечение РБ при работах с источниками ионизирующих излучений включает:

- зонирование территорий и помещений
- организацию допуска персонала и личного состава в режимную зону;
- организацию радиационного контроля;
- использование специальной одежды и средств индивидуальной защиты;
- санитарную обработку.

Оно осуществляется постоянно как в мирное время, так и в военное время.

Основные мероприятия радиационной защиты в ЧС:

- 1.ограничение пребывания населения на открытой местности, временное укрытие
2. профилактика переоблучения щитовидной железы.
3. защита органов дыхания.
4. эвакуация населения: (упреждающая, экстренная, поздняя).

5. прекращение употребления загрязненных продуктов питания, воды.
6. ограниченные доступы населения на загрязненные участки местности.
7. проведение отселения.
8. проведение дезактивационных работ.

Таблица 14.1

Задачи и мероприятия РХБ защиты

ЗАДАЧИ РХБ ЗАЩИТЫ	
1. Выявление и оценка масштабов и последствий РХБ заражения	2. Защита людей, животных, продовольствия и воды в условиях РХБ заражения
Мероприятия РХБ защиты	
<p>1. Сбор, обработка данных и информация о РХБ обстановке.</p> <p>2. Радиационная, химическая и неспецифическая биологическая разведка.</p> <p>3. Радиационный и химический контроль людей, техники и материальных средств.</p>	<p>4. Оповещение о РХБ заражении.</p> <p>5. Использование средств защиты.</p> <p>6. Введение режимов РХБ защиты.</p> <p>7. Специальная обработка</p> <p>8. Обеспечение средствами РХБЗ</p> <p>9. Обеспечение радиационной и химической безопасности на потенциально опасных объектах.</p>

14.4. Содержание аварийно спасательных работ в условиях радиоактивного и химического загрязнения

Содержание аварийно спасательных работ в условиях радиоактивного загрязнения

Аварийно-спасательные работы (АСР) в зоне радиоактивного загрязнения включают: Первоочередные работы по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне радиоактивного загрязнения, локализации и подавлению или доведению до минимума уровня радиоактивного загрязнения [46].

Степень радиоактивного загрязнения - определенный уровень нахождения и распространения радиоактивных веществ на поверхностях, в теле человека, в бытовой и производственной обстановке и в окружающей среде, превышающий их естественное содержание;

Дозиметрический контроль - комплекс организационных и технических мероприятий по определению доз облучения людей,

проводимых с целью количественной оценки эффекта воздействия на них ионизирующих излучений;

Радиометрический контроль - комплекс организационных и технических мероприятий, проводимых с целью определения интенсивности ионизирующего излучения радиоактивных веществ, содержащихся в окружающей среде, или степени радиоактивного загрязнения людей, техники, сельскохозяйственных животных и растений, других элементов природной среды;

Обеспечение радиационной безопасности - комплекс организационных и специальных мероприятий, направленных на исключение или максимальное снижение опасности вредного воздействия ионизирующих излучений на организм человека и уменьшение радиоактивного загрязнения окружающей среды до установленных допустимых уровней

Аварийно-спасательные работы проводятся с целью спасения людей и устранения угрозы их жизни и здоровью. Основными задачами АСР являются ликвидация (локализация) радиоактивного загрязнения и снижение (прекращение) миграции первичного загрязнения. В процессе проведения АСР выполняются следующие виды работ:

- обеспечение безопасности населения и сил, используемых при проведении АСР;
- разведка территории в интересах проведения АСР;
- поиск и спасение пострадавших;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи;
- эвакуация пораженных из зоны радиоактивного загрязнения;
- локализация и ликвидация радиоактивного загрязнения;
- сбор, транспортирование и захоронение радиоактивных отходов;
- дезактивация техники, зданий, одежды и людей [55].

В процессе АСР непрерывно проводятся радиометрический и дозиметрический контроль.

Для обеспечения радиационной безопасности ведения работ должен быть предусмотрен комплекс мероприятий, включающий:

- строгое нормирование радиационных факторов;
- инструктаж по вопросам радиационной безопасности;
- систематический радиометрический контроль за радиационной обстановкой в зоне загрязнения и динамикой ее изменения;
- индивидуальный дозиметрический контроль;
- индивидуальную защиту всех работающих;

- организацию санитарно-пропускного режима, исключающего распространение радиоактивных загрязнений за пределы зоны загрязнения;
- санитарную обработку персонала и систематическую дезактивацию спецодежды, оборудования, средств индивидуальной защиты.

Радиационная разведка территории в интересах проведения АСР ведется, как правило, с использованием наземных и воздушных транспортных средств и только в случаях невозможности их применения - пешим порядком. Группы разведки (не менее трех человек) обеспечиваются средствами защиты от радиации и средствами радиосвязи.

Разведывательная информация должна содержать:

- качественный и количественный радионуклидный состав РАЗ;
- физические и химические формы нахождения радионуклидов;
- площадь и границы РАЗ, мощности доз излучения;
- характеристики типовых поверхностей загрязненных объектов.

При локализации (ликвидации) радиоактивного загрязнения в зависимости от степени фиксации и глубины проникновения РВ в объект или почву используются различные методы.

Для локализации поверхностных загрязнений осуществляют:

- связывание полимерными и пленкообразующими рецепторами;
- задернение грунтов химико-биологическими способами;
- экранирование поверхности слоем чистого материала;
- обваловку загрязненных участков территорий.

Для локализации и предотвращения выхода радиоактивных веществ из объема на поверхность проводят:

- связывание полимерными и пленкообразующими рецепторами;
- вспашку грунтов;
- изоляцию глубинных участков загрязненных грунтов и донных отложений водоемов;
- осаждение взвешенных и растворенных в водах водоемов загрязнений.

При проведении АСР необходимы также:

- подготовка к утилизации радиоактивных отходов;
- создание временной площадки складирования радиоактивных отходов и ее ликвидация по окончании АСР.

Содержание аварийно спасательных работ в условиях химического загрязнения

Защита населения от аварийно химически опасных веществ достигается:

- проведением мероприятий по уменьшению риска возникновения аварий и максимальному уменьшению ущерба и потерь в случае их возникновения;
- организация оповещения об угрозе или возникновении аварии;
- проведение полной или частичной эвакуации населения из опасных районов;
- организация выдачи СИЗ и укрытие населения в защитных сооружениях и герметизированных помещениях зданий;
- организация ведения режимов химической защиты;
- Организация химического контроля;
- ликвидация аварий и их последствий [56].

В зависимости от вида АХОВ (скорости их испарения) могут возникнуть четыре типа ЧС, отличающихся характером поражающих факторов.

Первый тип ЧС (при выбросе легко испаряющихся АХОВ): практически мгновенно возникает первичное облако АХОВ, распространяющееся на большое расстояние.

Второй тип ЧС (при выбросе АХОВ средней летучести): практически мгновенно возникает первичное облако АХОВ, а также пролив АХОВ и вторичное облако по мере испарения пролива.

Третий тип ЧС (при выбросе мало летучих АХОВ) - возникает пролив АХОВ и вторичное облако по мере его испарения.

Четвертый тип ЧС (при выбросе стойких АХОВ) - образуется пролив АХОВ.

Непрерывность ведения АСР при большом объеме работ и сложной химической обстановке достигается ведением работ посменно. При проведении АСР на ХОО должны быть выполнены следующие основные мероприятия:

- разведка аварийного объекта и зоны заражения в интересах проведения АСР, с целью уточнения состояния аварийного объекта, определения типа ЧС, масштабов и границы зоны заражения, получения данных, необходимых для организации АСР, и их беспрепятственного проведения;
- проведение поисково-спасательных работ;
- оказание первой медицинской помощи пораженным, эвакуация пораженных в медицинские пункты;

— локализация, подавление или снижение до минимально возможного уровня воздействия возникших при аварии поражающих факторов.

Разведка. Химическая разведка должна:

— уточнить наличие и концентрацию АХОВ на объекте работ, границы и динамику изменения химического заражения;

— определить и обозначить проходы (обходы) зоны химического заражения;

— предоставить необходимые данные для организации АСР и мер химической безопасности населения и сил, ведущих АСР;

— вести постоянные наблюдения и контроль за обстановкой в зоне ЧС, своевременно предупредить о резком изменении обстановки.

Химическая разведка аварийного объекта и зоны заражения ведется путем осмотра местности и объектов ведения АСР с помощью приборов химической разведки, а также наблюдением за обстановкой и направлением ветра в приземном слое.

Поисково-спасательные работы. Спасательные работы в зоне заражения выполняются в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и кожи. Продолжительность работы смен определяется временем допустимого пребывания в средствах индивидуальной защиты при данных погодных условиях и тяжести работы.

Локализация чрезвычайных ситуаций. Локализацию, подавление или снижение до минимального уровня воздействия возникших при авариях на ХОО поражающих факторов в зависимости от типа ЧС, наличия необходимых технических средств и нейтрализующих веществ осуществляют следующими способами:

— прекращением выбросов АХОВ путем перекрытия задвижек с отключением поврежденной части технологического оборудования, установки аварийных накладок местах прорыва емкостей и трубопроводов;

— постановкой жидкостных завес (водяных или нейтрализующих растворов) в направлении движения облака АХОВ;

— созданием восходящих тепловых потоков в направлении движения облака АХОВ;

— рассеиванием и смещением облака АХОВ газовоздушным потоком;

— обвалованием пролива АХОВ для ограничения площади заражения и интенсивности испарения АХОВ;

— откачкой (сбором) разлившегося АХОВ в резервные емкости;

— разбавлением пролива АХОВ водой и нейтрализующими растворами;

— охлаждение пролива АХОВ твердой углекислотой или другими нейтральными хладагентами;

— засыпкой пролива сыпучими твердыми сорбентами;

- структурированием (загущением) пролива АХОВ специальными составами с последующим вывозом и нейтрализацией;

— выжиганием пролива.

Обезвреживание поверхностей или объемов зараженных металлической ртутью (демеркуризация) осуществляется по методике [32].

В зависимости от типа возникшей ЧС локализация и обезвреживание облаков и проливов АХОВ может осуществляться комбинированием перечисленных способов.

15. Силы РХБ защиты

К решению задач РХБ защиты привлекаются:

— подразделения РХБ защиты войск гражданской обороны;

— формирования гражданской обороны (формирования ГО);

— сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны (СНЛК);

— система мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС).

15.1. Подразделения РХБ защиты войск гражданской обороны

На войска гражданской обороны при организации и ведении в государстве мероприятий по гражданской обороне возлагаются в том числе и следующие задачи:

— проведение аварийно-спасательных работ в случаях возникновения опасностей для населения при ведении военных действий или вследствие этих действий;

— обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному заражению;

— обеззараживание населения, техники, зданий, территорий и проведение других необходимых мероприятий.

Войска гражданской обороны принимают участие:

— в обучении населения способам защиты от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий;

— в мероприятиях по первоочередному жизнеобеспечению населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий;

В мирное время при чрезвычайных ситуациях на войска гражданской обороны возлагаются следующие основные задачи:

— проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций (угроз чрезвычайных ситуаций) природного и техногенного характера, а также последствий террористических актов;

— ведение радиационной, химической и биологической разведки в зонах чрезвычайных ситуаций и на маршрутах выдвижения к ним;

— обнаружение и обозначение районов радиационного, химического, биологического и иного загрязнения (заражения);

— проведение работ по санитарной обработке населения, обеззараживанию объектов и территорий;

— проведение пиротехнических работ, связанных с обезвреживанием неразорвавшихся авиационных бомб;

При ликвидации чрезвычайных ситуаций войска гражданской обороны принимают участие:

— в эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

в проведении мероприятий по первоочередному жизнеобеспечению пострадавшего населения;

в проведении работ по восстановлению системы жизнеобеспечения населения, важных объектов и коммуникаций [57].

Для решения ряда задач войска гражданской обороны имеют специальные подразделения радиационной, химической и биологической защиты.

К подразделениям РХБ защиты войск ГО относятся:

— Отдельный отряд РХБ защиты спасательного центра;

— Рота радиационной, химической и биологической защиты отдельного отряда обеспечения действий спасателей;

Отдельно могут создаваться

— Химико-радиометрические лаборатории;

— Ремонтные мастерские средств РХБ защиты.

Отдельный отряд РХБ защиты спасательного центра

В отдельный отряд РХБ защиты спасательного центра входят: рота радиационной и химической разведки, рота специальной обработки, рота

дегазации и дезактивации, химико-радиометрическая лаборатория, ремонтная мастерская средств РХБ защиты.

1. Рота радиационной и химической разведки может формировать до 9 разведывательных химических дозоров, причем три из них могут решать задачи поиска радиоактивных фрагментов. Дозор осуществляет разведку либо на разведывательной химической машине РХМ, либо на разведывательной специальной машине РСМ.

Рота может проводить радиационную и химическую разведку маршрутов либо площадей.

2. Рота специальной обработки состоит из взвода специальной обработки, взвода санитарной обработки и отделения радиационного и химического контроля. На вооружении роты имеются авторазливочные станции, поливомоечные машины, дезинфекционно-душевые установки и комплекты контрольно-распределительных пунктов.

Рота спецобработки может проводить специальную обработку техники, санитарную обработку людей, проконтролировать степень зараженности людей и техники. Дегазировать и дезактивировать дороги.

3. Рота дегазации и дезактивации включает взвод дегазации, взвод дезактивации и взвод приготовления растворов. Рота использует авторазливочные станции, поливомоечные машины, мотопомпы.

Рота способна выполнять работы по дегазации и дезактивации местности и проводить специальную обработку техники.

4. Химико-радиометрическая лаборатория имеет на вооружении автомобильную лабораторию. Ее средства позволяют проводить анализы проб различных сред на отравляющие вещества, аварийно химически опасные вещества и радиоактивные вещества.

5. Ремонтная мастерская средств РХБЗ оборудована подвижным ремонтным комплексом типа ПРХМ. Она может проводить текущий и средний ремонт противогазов, комплектов средств защиты кожи, приборов радиационной и химической разведки, а также комплектов специальной обработки.

15.2. Формирования гражданской обороны, решающие задачи РХБ защиты

К силам гражданской обороны и российской системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (силы ГОЧС) относятся и

формирования гражданской обороны, далее будем их называть «формирования ГО».

Могут создаваться спасательные, медицинские, противопожарные, инженерные, аварийно-технические, автомобильные формирования, а также формирования разведки, радиационного и химического наблюдения, радиационной и химической защиты, связи, механизации работ, охраны общественного порядка, питания, торговли и другие виды формирований.

По подчиненности все формирования подразделяются на территориальные и объектовые, а по назначению – на формирования общего назначения и на формирования служб гражданской обороны.

Формирования общего назначения – предназначаются для ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в очагах массового поражения и зонах катастрофического затопления. К ним относятся: сводные и спасательные отряды, команды, группы.

Формирования служб ГО — предназначаются для выполнения специальных мероприятий при ведении АСДНР. Организационно они состоят из отрядов, команд, групп, дружин, звеньев, отделений и постов.

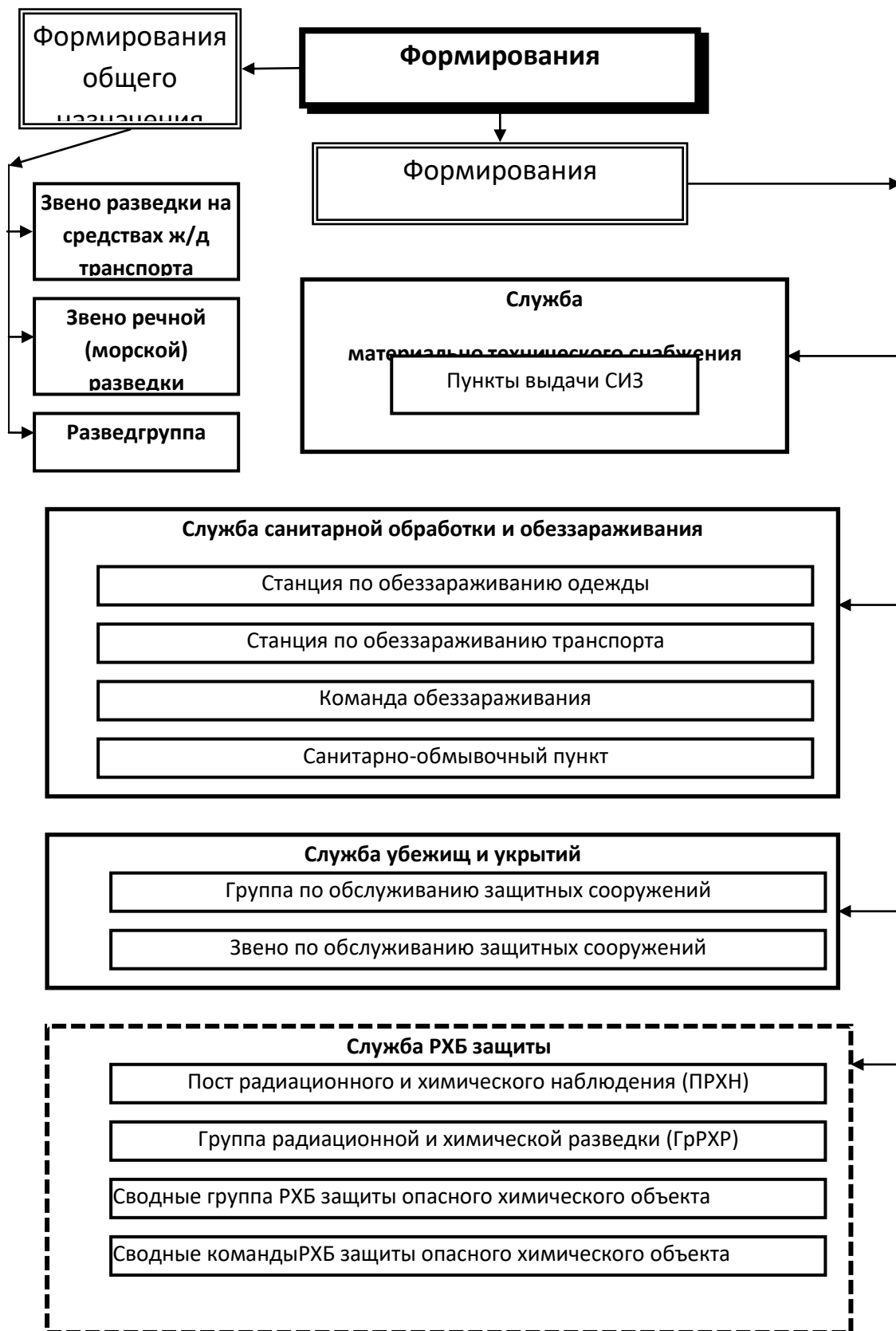


Рис.15. 1. Формирования гражданской обороны

К формированиям служб гражданской обороны решающим задачи РХБЗ (рис. 15.1) относятся:

1. Разведывательные команды, группы и звенья — для ведения разведки в очагах поражения (заражения), зонах катастрофического затопления, в районах массовых пожаров, на маршрутах выдвижения и в местах размещения формирований и населения.

2. Посты радиационного и химического наблюдения — для наблюдения за радиационной, химической и бактериологической обстановкой.

3. Команды, группы, станции радиационной, химической и биологической защиты, обеззараживания и специальной обработки - для ликвидации последствий радиоактивного загрязнения и химического заражения обеспечения действий формирований на маршрутах выдвижения очагах поражения, эвакуации населения, проведения санитарной работы личного состава формирований и населения, обеззараживания территории и сооружений, наблюдения за радиационной и химической обстановкой, а также для локализации и ликвидации вторичных очагов химического заражения. (команды обеззараживания; санитарно-обмывочные пункты; станции обеззараживания одежды и транспорта).

4. Звенья по обслуживанию убежищ и укрытий (при наличии убежищ и укрытий).

5. В организациях, производящих или использующих аварийно химически опасные вещества (АХОВ), вместо сводных команд создаются сводные команды радиационной и химической защиты.

Таким образом, в комплект формирований решающих задачи РХБ защиты входят:

1. Разведывательные команды, группы и звенья .
2. Посты радиационного и химического наблюдения.
3. Пункты выдачи средств индивидуальной защиты.
4. Звенья по обслуживанию убежищ и укрытий.

В зависимости от наличия базы могут создаваться:

5. Команды обеззараживания,
6. Станции обеззараживания техники.
7. Станции обеззараживания одежды.
8. Санитарно-обмывочные пункты.
9. Сводные команды РХБ защиты опасного химического объекта.

Для ведения РХР привлекаются следующие формирования ГО:

Формирования общей разведки: разведкоманды, разведгруппы; разведзвенья речной (морской) разведки; воздушной разведки и разведки на средствах железнодорожного транспорта.

Формирования радиационной и химической разведки: посты РХР, звенья РХР, группы РХР.

Учреждения СНЛК: центры санэпиднадзора, гидрометеостанции, агрохимические лаборатории, ветеринарные лаборатории, объектовые лаборатории, в том числе радиометрическая, химическая, химико-радиометрическая и другие.

Для проведения спецобработки формируются:

Силы службы санитарной обработки людей и обеззараживания одежды. В состав сил службы ГО санитарной обработки людей и обеззараживания одежды входят (рис. 15.2) следующие формирования ГО:

— Санитарно-обмывочные пункты (СОП). Они предназначены для проведения полной санитарной обработки населения, дозиметрического контроля людей, проходящих санитарную обработку, и их средств индивидуальной защиты, одежды и обуви. На них производится также частичная специальная обработка средств индивидуальной защиты, одежды и обуви, а также замена имущества из обменного фонда.

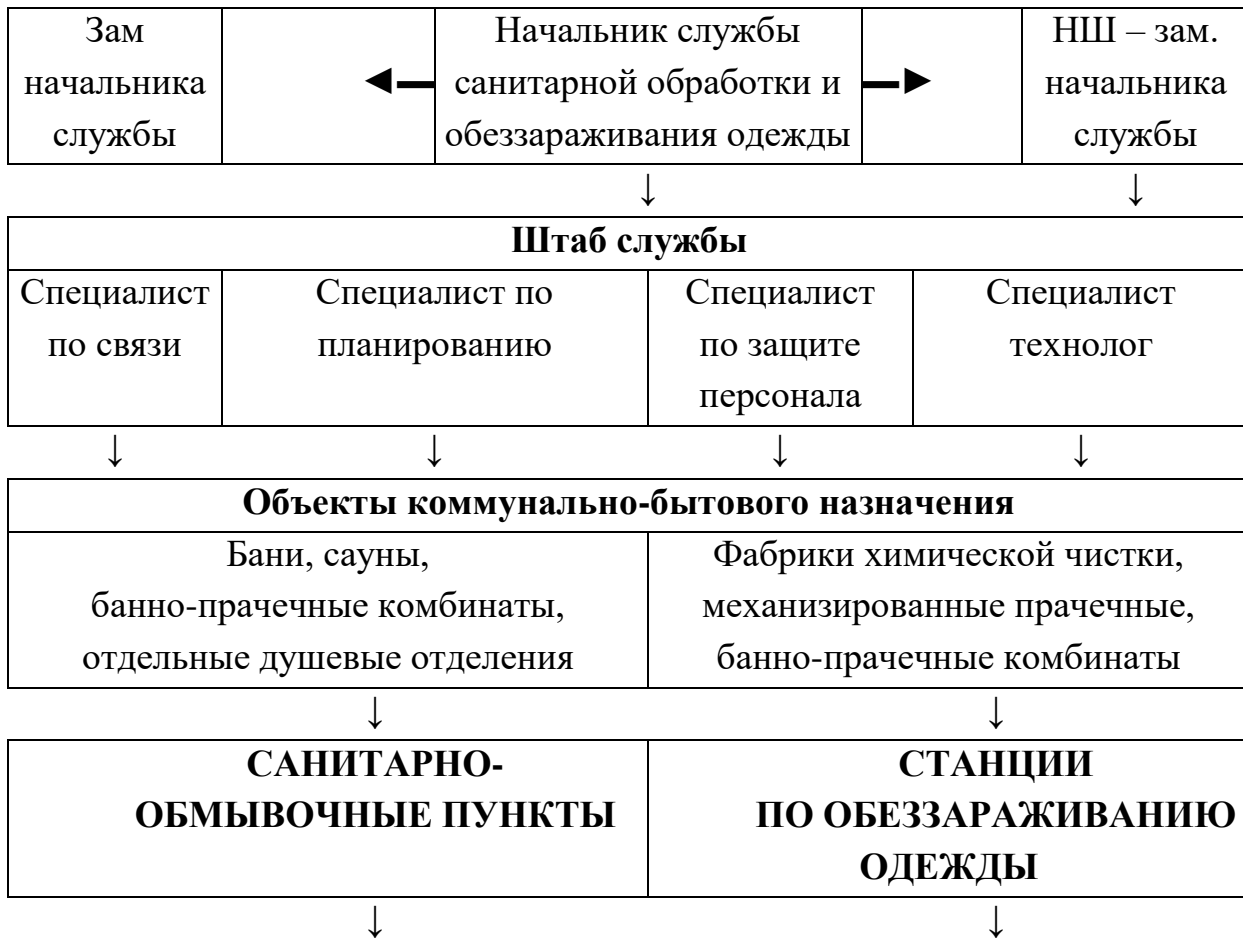




Рис. 15.2. Структура службы санитарной обработки и обеззараживания одежды.

— Станции по обеззараживанию одежды (СОО). Они предназначены для проведения полной специальной обработки средств индивидуальной защиты, одежды и обуви. На них производится также санитарная обработка личного состава СОО и лиц доставивших загрязненную одежду, дозиметрического контроля качества специальной обработки одежды и санитарной обработки людей.

Силы службы обеззараживания территорий, сооружений и транспорта (рис.106). Общее количество формирований ГО, включаемых в службу и их численность определяются характером и объемом задач, решаемых службой в военное время, наличием людских резервов и материальных средств с учетом особенностей местных условий.

Создание формирований ГО предполагает укомплектование их личным составом, оснащение транспортом, имуществом и подготовку по соответствующей программе.

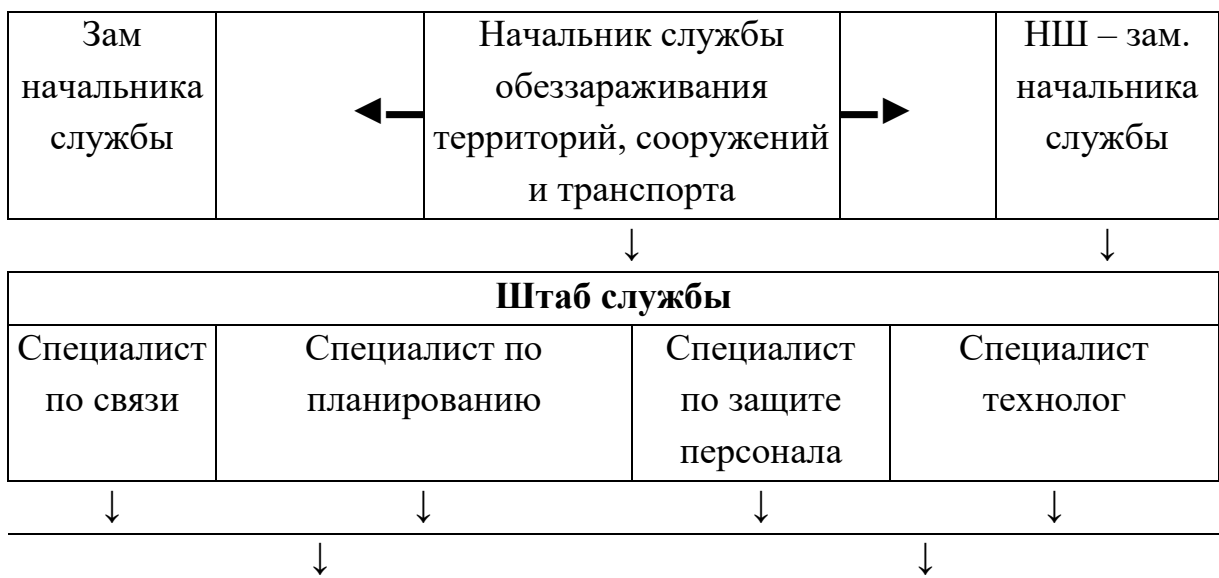




Рис. 15.3. Структура службы обеззараживания территорий, сооружений и транспорта.

Формирования службы предназначаются для выполнения специальных мероприятий при проведении АСДНР, а также при решении других задач ГО, усиления и обеспечения действий других сил ГО при выполнении задач в очагах поражения (деактивация, дегазация, дезинфекция местности, сооружений и транспорта).

В состав сил службы входят следующие формирования ГО:

- команды обеззараживания (КО) – предназначенные для дегазации, дезактивации и дезинфекции территорий и наружных поверхностей зданий. сооружений;

- станции обеззараживания транспорта (СОТ) - предназначенные для дегазации, дезактивации и дезинфекции транспортных средств.

Кроме того, дезактивацию местности могут проводить и отдельные спасательные отряды. Так территориальный отдельный спасательный отряд способен за 10 часов провести работы по дезактивации 24 км дорог с твердым покрытием (при ширине дороги 8 м.).

Формирования гражданской обороны обязаны иметь:

- Противогазы ГП-5 (ГП-7) из расчета 110% к штатной численности формирований. Респираторами обеспечивается весь личный состав формирований.

— Комплекты для спецобработки техники (ДК-4) - на каждые 10 транспортных и специальных машин, а ИДК-1 - на каждый автомобиль.

— Пакет противохимический индивидуальный - всему личному составу формирований.

— Дегазирующие, дезактивирующие и дезинфицирующие вещества, приобретая их через местные организации материально-технического снабжения, а также используются дегазирующие материалы, имеющиеся на местах.

15.3. Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны

В соответствии с «Положением о сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны РФ» в России действует Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

Сеть наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК) является составной частью сил и средств наблюдения и контроля Российской системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Общее руководство СНЛК возлагается на МЧС.

Непосредственное руководство подведомственными учреждениями осуществляют головные учреждения, госкомитеты, организации, включенные в структуру СНЛК.

Наблюдение и лабораторный контроль в РФ организуется и проводится в целях:

— своевременного обнаружения и индикации РХБ заражения (загрязнения) питьевой воды, пищевого и фуражного сырья, продовольствия, объектов окружающей среды (воздуха, почвы, воды открытых водоемов, растительности и др.) при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;

— принятия экстренных мер по защите населения, сельскохозяйственного производства от РВ, ОВ, АХОВ, БС - возбудителей инфекционных заболеваний.

СНЛК имеет три уровня: федеральный, региональный и местный.

Координацию деятельности СНЛК на местном уровне осуществляют КЧС и территориальное управление по делам ГО и ЧС.

Функционирование СНЛК осуществляется в трех режимах:

— режим повседневной деятельности (мирное время, нормальная РХБ обстановка);

— режим повышенной готовности (прогноз о возможном возникновении чрезвычайной ситуации и угрозе начала войны);

— режим чрезвычайной ситуации (чрезвычайная ситуация в мирное время, военное время).

Передача экстренной информации осуществляется в формализованном и неформализованном виде по каналам связи Единой дежурно-диспетчерской системе (ЕДДС) немедленно и с последующим письменным подтверждением.

СНЛК включает:

— Всероссийский центр наблюдения и лабораторного контроля МЧС;

— академические и отраслевые научно-исследовательские учреждения;

— кафедры ВУЗов (гидрометеорологии, химии, токсикологии и т.п.);

— территориальные управления и центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

— специализированные инспекции аналитического контроля;

— авиа и гидрометеостанции и посты;

— лаборатории центров Госсанэпиднадзора;

— ветеринарные лаборатории,

— государственные центры агрономической службы;

— станции защиты растений;

— производственные лаборатории министерств;

— химико-радиометрические лаборатории гражданской обороны;

— посты радиационного и химического наблюдения.

В областях одно из учреждений может быть назначено «Центром индикации на неизвестные вещества».

Лабораторный контроль продуктов питания, пищевого сырья и питьевой воды проводится по методикам утвержденным Минздравом, Минприроды и Госсанэпиднадзором.

Лабораторный контроль (кроме БС) объектов окружающей среды осуществляется по методикам утвержденным Минприроды и Росгидрометом.

Таблица 15.1

Типовой состав Сеть наблюдения и лабораторного контроля области

№	Наименование систем наблюдения и лабораторного контроля
1.	Областной центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора
2	Областная ветлаборатория

3.	Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
4.	Комитет по экологическому контролю области
5.	Центр стандартизации, метрологии и сертификации
6.	Центр агрохимической службы
7.	Областная станция защиты растений
8.	Химико-радиометрическая лаборатория ГУ по делам ГОЧС области
9.	Ведомственные объектовые лаборатории
10.	Посты РХН

К формированию сети наблюдения и лабораторного контроля привлекаются: Министерство обороны РФ, Министерство внутренних дел РФ, Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, - Министерство здравоохранения, Министерство сельского хозяйства, Росгидромет, Департамент ветеринарии, Главное управление химической защиты растений, Российская Академия наук и некоторые другие министерства и ведомства.

Подготовка специалистов СНЛК проводится в Институтах последиplomного образования врачей, на факультетах усовершенствования, в учебно-методических центрах МЧС, на сборах специалистов СНЛК.

Сеть обеспечивает индикацию неизвестных возбудителей болезней, вирусологические и серологические исследования, санитарно-химические исследования окружающей среды, контроль на ртуть, исследования продуктов питания на содержание солей тяжелых металлов, радиологические исследования, химико-токсикологические, санитарно-микологические и биохимических исследования.

15.4. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций

В МЧС России функционирует «Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России». В этот Центр входит и Служба мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС).

Она осуществляет мониторинг опасных природных и техногенных ситуаций в мирное время на основе анализа наблюдений более чем 7 тысяч станций различных министерств и ведомств.

В соответствии с распоряжением Президента Российской Федерации разработано и согласовано с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти (Минздравом, Минатомом, Минприроды, Минобороны, Минэнерго, Росгидрометом, Госгортехнадзором и Госстроем России) **«Положение о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»**. Эта Система позволяет повысить оперативность и качество мониторинговой и прогностической информации, необходимой для решения задач в области снижения рисков и последствий природных и техногенных катастроф.

Основными задачами Системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС) являются:

- оперативный сбор, обработка и анализ информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- прогнозирование возможного возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий на основе оперативной фактической и практической информации, поступающей от ведомственных и других служб наблюдения за состоянием окружающей среды, за обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях;

- лабораторный контроль, проводимый с целью обнаружения и индикации радиоактивного, химического, биологического заражения (загрязнения) объектов окружающей среды, продовольствия, литьевой воды, пищевого и фуражного сырья (в соответствии с «Положением о СНЛК»);

- разработка и оценка эффективности реализации мер по предотвращению или устранению чрезвычайных ситуаций;

- разработка сценариев развития чрезвычайных ситуаций;

- информационное обеспечение управления и контроля в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- создание специализированных геоинформационных систем, банка данных по источникам чрезвычайных ситуаций и других информационных продуктов.

В 2001 г. при МЧС России создана сеть региональных и территориальных центров мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В ближайшем будущем будут созданы и региональные и территориальные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, создан информационный банк нормативных и методических документов.

16. Управление РХБ защитой населения и сил гражданской обороны

16.1. Система управления РХБ защитой

Общее руководство мероприятиями радиационной химической и биологической защиты в субъектах федерации возлагается на администрацию территориальных органов управления.

Непосредственно руководят мероприятиями РХБЗ главы администраций территориальных органов управления, через органы, специально уполномоченные решать задачи ГО и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) в составе или при органах исполнительной власти субъектов РФ.

Непосредственная ответственность за планирование, организацию выполнения и контроль за выполнением задач и мероприятий РХБЗ возложена:

В МЧС РФ - на начальника отдела организации мероприятий радиационной, химической и медико-биологической защиты Департамента гражданской защиты.

В региональных центрах ГОЧС - на начальника службы РХБ защиты.

В органах управления ГОЧС субъектов федерации, городов особой и первой группы по ГО - на начальников отделов (отделений) РХБЗ.

В органах управления ГОЧС городов второй и третьей группы по ГО - на старших офицеров или инженеров РХБЗ в мирное время, в военное время - на старших офицеров (начальников отделений) РХБЗ.

В сельских районах и некатегорированных городах - на начальников штабов ГО или на нештатных специалистов РХБ защиты.

На объектах – на начальников служб РХБ защиты или на нештатных специалистов.

Отдел радиационной, химической и биологической защиты

Отдел предназначен для организации защиты населения от поражения радиоактивными, опасными химическими веществами и

биологическими агентами при возникновении чрезвычайных ситуаций и при ведении военных действий. Отдел руководит работой химико-радиометрической лаборатории, расчетно-аналитической группы и ремонтной химической мастерской.

Задачи:

1. Прогнозирование, выявление и оценка радиационной и химической обстановки на подведомственной территории.

2. Организация радиационного и химического контроля объектов внешней среды и выработка предложений по действиям сил Российской системы предупреждения и ликвидации Чрезвычайных ситуаций (РСЧС), гражданской обороны (ГО) и населения в условиях радиоактивного и химического заражения местности.

3. Методическое руководство лабораториями учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК) и координация их действий.

4. Разработка режимов радиационной и химической защиты населения. Проведение мероприятий по РХБ защите населения, проживающего в зонах заражения

5. Создание и поддержание в готовности сил и средств для ликвидации последствий радиоактивного, химического и биологического заражения на подведомственной территории.

6. Контроль за качеством проведения специальной обработки людей, вооружения, техники, материальных средств, дегазации, дезактивации участков местности, дорог и сооружений

7. Организация заблаговременного накопления средств защиты, приборов радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля на складах, их своевременная доставка и выдача;

8. Контроль за размещением и хранением средств радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) на складах, поддержание их в готовности к применению по назначению.

9. Контроль за готовностью подразделений РХБ защиты, формируемых управлением по делам ГО и ЧС, состоянием их техники и имущества.

10. Контроль за выполнением правил безопасности хранения и обращения с радиоактивными и аварийно химически опасными веществами на потенциально опасных объектах.

Отдел РХБЗ в соответствии с возложенными на него задачами:

- планирует мероприятия и разрабатывает документы по РХБ защите;

- организует выявление и осуществляет оценку радиационной и химической обстановки, принимает участие в организации и проведении мероприятий радиационного и химического контроля;

- участвует в заблаговременной разработке и выборе режимов защиты в зонах заражения, контролирует выполнение мероприятий, повышающих устойчивость функционирования объектов экономики в условиях радиоактивного и химического заражения, организует комплекс работ по ликвидации радиоактивного и химического заражения;

- организует работу нижестоящих органов управления ГОЧС по вопросам РХБ защиты, а также подчиненных расчетно-аналитических групп, химико-радиометрических лабораторий и ремонтных химических мастерских, осуществляет подготовку личного состава территориальных формирований РХБЗ, учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля, по вопросам РХБЗ;

планирует и организует хранение, учет сбережение и своевременную выдачу средств РХБ защиты, осуществляет контроль их качества, организует учет и контролирует использование аварийно химически опасных и радиоактивных веществ на подведомственной территории [58].

Расчетно-аналитическая группа (РАГ)

РАГ осуществляет сбор данных и оценку масштабов и последствий применения оружия массового поражения, разрушений (аварий) на радиационно, химически и биологически опасных объектах. Со средствами вычислительной техники и связи РАГ входит в состав пункта управления начальника гражданской обороны.

РАГ состоит из:

- отделения сбора и обработки информации (до 5 чел);
- информационного отделения (до 3 чел).

РАГ может иметь на снабжении либо комплект средств малой механизации либо автомобильный комплекс РАГ.

На расчетно-аналитическую группу возлагается выполнение следующих задач:

- сбор, обработка и обобщение информации о ядерных взрывах, районах применения химического и биологического оружия, разрушений (аварий) на радиационно, химически и биологически опасных объектах, метеорологической обстановке и данных наземной и воздушной радиационной, химической и биологической разведки;

- прогнозирование радиационной, химической и биологической обстановки;
- выявление масштабов и последствий применения противником оружия массового поражения по данным прогнозирования и разведки;
- доведение до заинтересованных органов управления информации о координатах и параметрах ядерных взрывов, районах применения химического и биологического оружия, районах разрушений (аварий) радиационно, химически и биологически опасных объектов, масштабах и последствиях применения противником оружия массового поражения, разрушениях (авариях) радиационно, химически и биологически опасных объектов;
- выполнение расчётов по обоснованию наиболее целесообразных действий сил ГО и РСЧС в зонах заражения, мер безопасности, уточнение результатов прогнозирования по данным радиационной, химической и биологической разведки;
- прогнозирование воздушной радиационной, химической и биологической обстановки;
- ведение карт радиационной, химической и биологической обстановки и документации по сбору и обработке информации о применении противником оружия массового поражения.

Перечень расчётных задач, применяемых при планировании РХБ защиты населения, сил ГО и РСЧС

Комплекс задач по прогнозированию и оценке РХБ обстановки:

1. сбор и обработка информации об объектах;
2. сбор и обработка информации о метеобстановке;
3. прогнозирование и оценка возможных масштабов и последствий применения ядерного, химического и биологического оружия;
4. прогнозирования и оценки возможных масштабов и последствий аварий и разрушений на радиационно, химически и биологически опасных объектах.

Комплекс задач по расчёту:

1. сил и средств для ведения радиационной, химической и неспецифической биологической разведки;
2. сил и средств для радиационного, химического и биологического контроля людей, вооружения, техники и материальных средств;

3. вариантов использования средств индивидуальной и коллективной защиты и защитных свойств местности;
4. режимов функционирования объектов и жизнедеятельности населения в зонах заражения, а также сил ГОЧС при проведении АСДНР;
5. сил и средств на проведение специальной обработки техники, вещевого имущества, средств индивидуальной защиты, участков местности, дорог и сооружений и санитарной обработки населения;
6. норм пополнения средств РХБЗ,
7. сил и средств для технического обслуживания и ремонта средств РХБЗ.

16.2. Постановка задач и содержание распоряжения по РХБ защите
При постановке задач по организации РХБЗ Начальник ГО
(председатель КЧС) указывает:

- сосредоточение основных усилий (элемент, порядок, категорию населения, способ защиты и т. д.);
- порядок выполнения мероприятий РХБЗ;
- выделяемые силы и средства;
- основные задачи сил РХБЗ, в том числе приданных частей, подразделений и формирований;
- допустимые дозы облучения;
- время начала и окончания АСДНР (выполнения мероприятий по защите населения) и другие данные

В распоряжении по РХБ защите указывается

а) В констатирующей части:

- краткие сведения о возможной РХБ обстановке в районе аварии;
- задачи и мероприятия РХБЗ, выполняемые в интересах органов местного самоуправления силами регионального центра;
- задачи и мероприятия РХБЗ, выполняемые в интересах органов местного самоуправления органами управления и силами ликвидации ЧС субъекта РФ;
- места и сроки сосредоточения приданных подразделений РХБ защиты войск ГО, а также формирований и учреждений гражданской обороны решающих задачи РХБ защиты.

б) В приказной части, после слов «Начальник гражданской обороны (Председатель КЧС) приказал»:

Пункт 1. Сосредоточение основных усилий в выполнении задач и мероприятий РХБЗ.

Пункт.2. Мероприятия РХБЗ и сроки их выполнения по:

- ведению РХР;
- сбору данных и информации о радиационной и химической обстановке;
- соблюдению режимов защиты в условиях радиоактивного и химического заражения;
- специальной обработке населения и сил ликвидации ЧС, обеззараживанию участков местности, дорог, объектов, зданий и сооружений;
- применению средств РХБ защиты;
- осуществлению радиационного и химического контроля.

Пункт 3. Сигналы оповещения о радиоактивном и химическом заражении.

Пункт 4. Мероприятия технического обеспечения РХБЗ и сроки их выполнения.

Пункт 5. Порядок и сроки представления донесений.

16.3. Отражение вопросов РХБ защиты в плане действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Раздел I. Краткая физико-географическая и социально - экономическая характеристика субъекта РФ и оценка возможной обстановки на его территории.

В разделе наряду с другими данными, по РХБ защите указывается:

- радиационно и химически опасные объекты, как цели вероятных ударов противника;
- степень разрушения радиационно и химически опасных объектов;
- радиационная и химическая обстановка в очагах химического поражения;
- ожидаемые радиационные потери и потери в очагах химического заражения;
- объем предстоящих работ по ликвидации радиоактивного и химического заражения;
- выводы из оценки радиационной и химической обстановки, состояние сил РХБ защиты.

Раздел II. Мероприятия при угрозе и возникновении крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий

В разделе, наряду с другими данными, по РХБ защите указывают:

- объем, сроки, привлекаемые силы и средства, порядок осуществления мероприятий по предупреждению или снижению воздействия ЧС на радиационно и химически опасных объектах: приведение в готовность формирований РХБ защиты, подготовка к выдаче средств индивидуальной защиты, подготовка к безаварийной остановке радиационно и химически опасных объектов, организация и проведение контроля радиоактивного и химического заражения;

- организация РХБ разведки в районе чрезвычайной ситуации и прогнозирование обстановки;

- приведение в готовность и развертывание сил и средств РХБ защите, привлекаемых для обеспечения АСДНР, с указанием их состава, сроков готовности и предназначения;

- обеспечение различных категорий населения средствами РХБ защиты.

- организация РХБ защиты сил, привлекаемых для проведения АСДНР и ликвидации ЧС;

- участие сил РХБ защиты в проведении АСДНР;

- организация взаимодействия по вопросам РХБ защиты с органами военного командования, соседними субъектами РФ и т.д.

На Карту возможной обстановки при возникновении чрезвычайных ситуаций (Приложение1), наряду с другими данными, наносят:

- места дислокации сил РХБ защиты;

- районы с большой концентрацией радиационно и химически опасных объектов и зоны возможного радиоактивного и химического заражения;

- численность населения в зонах возможного радиоактивного и химического заражения;

- пункты размещения складов средств РХБ защиты, обеззараживающих веществ и материалов.

В Календарном плане основных мероприятий территориальной подсистемы РСЧС при угрозе и возникновении производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий (Приложение2), наряду с другими данными, указываются основные мероприятия РХБЗ, их объем, сроки выполнения, привлекаемые силы, средства и ответственные исполнители.

В Решении председателя КЧС по ликвидации чрезвычайной ситуации (Приложение 3), наряду с другими данными, приводят:

- данные о силах и средствах РХБЗ, в т.ч. взаимодействующих органов управления и их задачи;
- мероприятия РХБЗ, выполняемые силами старшего начальника;
- основные вопросы РХБЗ населения и сил ликвидации ЧС;
- возможная РХБ обстановка на маршрутах выдвижения и в районах проведения АСДНР;
- метеоданные.

16.4. План РХБ защиты населения

План РХБ защиты населения (разрабатывается в отдельных случаях). На карте отражаются:

- сведения о чрезвычайной ситуации, оказывающие влияние на РХБЗ;
- РХБ обстановка в очагах поражения (зонах заражения) и прогноз ее изменения;
- основные данные из решения начальника ГО;
- мероприятия РХБЗ, выполняемые старшим начальником;
- мероприятия РХБЗ, выполняемые собственными силами;
- положение сил РХБЗ на данное время и их задачи;
- основные элементы технического обеспечения РХБЗ;
- прогнозируемая и фактическая метеобстановка.

План РХБ защиты подписывают начальник управления ГОЧС и начальник отдела РХБЗ, утверждает – начальник ГО (председатель КЧС).

Пояснительная записка разрабатывается текстовально и включает следующие разделы:

- краткие выводы из оценки РХБ обстановки;
- основные задачи и мероприятия РХБ защиты;
- состав, состояние и возможности сил РХБ защиты;
- применение формирований РХБ защиты;
- обеспеченность соответствующих категорий населения средствами РХБЗ, места их хранения;
- возможности по ремонту средств РХБЗ;
- организация управления.

Начальник отдела РХБЗ участвует в подготовке ряда данных для составления сводных донесений за управление ГОЧС:

- донесение об угрозе (прогнозе) чрезвычайных ситуаций;

- сведения о предполагаемых ЧС на радиационно и химически опасных объектах;
- донесение о факте и основных параметрах чрезвычайной ситуации;
- данные об радиационно и химически опасных объектах, метеоданные, параметры радиоактивного и химического заражения (загрязнения) местности, а также радиационные потери и потери от воздействия ОВ и АХОВ;
- донесение о мерах по защите населения и территорий, ведении АСДНР;
- данные о радиационных потерях и потерях от воздействия ОВ и АХОВ, сведения о выполненных мероприятиях РХБ защиты;
- донесение о силах и средствах, задействованных для ликвидации ЧС;
- данные о составе сил и средств РХБ защиты.

16.5. План РХБ защиты спасательного отряда (формирования ГО)

План разрабатывается на карте с приложением пояснительной записки.

На карте отображаются:

- необходимые данные о возможных ударах противника;
- элементы решения командира, необходимые для организации радиационной, химической и биологической защиты;
- предприятия атомной энергетики и химической промышленности, разрушение которых может оказать влияние на выполнение задачи соединением (частью);
- задачи радиационной, химической и биологической защиты, выполняемые в интересах отряда силами и средствами старшего начальника;
- задачи радиационной, химической и биологической защиты отряда, сроки их выполнения, выделяемые силы и средства;
- положение подразделений и формирований РХБ защиты, выполняемые ими задачи;
- районы специальной обработки и обеззараживания участков местности, дорог и сооружений;
- учреждения сети наблюдения и лабораторного контроля, посты дозиметрического и химического контроля;
- склады средств РХБ защиты и обеззараживающих веществ;
- район расположения склада отряда и подразделений по ремонту средств РХБ защиты;
- пути движения, маневра и места переправ через водные преграды;

- боевое применение подразделений РХБ защиты (в таблице);
- схема связи (показывается графически).

В пояснительной записке указывается:

1. Выводы из оценки радиационной, химической и биологической обстановки.
2. Основные задачи РХБ защиты.
3. Состав, состояние и возможности подразделений РХБ защиты спасательного отряда:
4. Расчет обеспеченности спасательного отряда средствами РХБЗ (по состоянию на...)
5. Применение частей и подразделений РХБ защиты спасательного отряда (на карте):
6. Организация взаимодействия подразделений РХБ защиты с гражданскими организациями ГО и управления ими.

16.6. Рабочая карта начальника службы РХБЗ спасательного отряда

На рабочую карту наносятся: решение командира отряда, положение подразделений РХБ защиты; учреждения сети наблюдения и лабораторного контроля; химически и радиационно опасные объекты с указанием количества и вида АХОВ; места нахождения дегазирующих и нейтрализующих веществ с указанием их наименования и количества; задачи, состав и места расположения подразделений, ведущих радиационную, химическую и неспецифическую биологическую разведку; мероприятия РХБ защиты, задачи подразделений РХБ защиты; районы специальной обработки подразделений, вооружения, техники и других материальных средств, а также дегазации и дезактивации участков местности, дорог и сооружений; склады РХБ защиты; удары противника, районы ЧС в зоне действия и их последствия; места расположения формирований ведомств, служб МЧС, привлекаемых для выполнения задач РХБ защиты. С учетом местных условий может наноситься и другая дополнительная информация.

16.7. Отчетные документы по РХБ защите

В ежегодном докладе о состоянии гражданской обороны объекта (территории) раздел 2.2. посвящен РХБ защите. Он имеет следующую структуру.

Радиационная, химическая и биологическая защита

Обеспеченность рабочих, служащих и личного состава формирований средствами индивидуальной защиты, приборами радиационной, химической, биологической разведки и дозиметрического контроля. Накопление имущества РХБЗ мобрезерва, проблемы и пути их решения. Состояние личного состава постов радиационного и химического наблюдения. Организация дозиметрического и химического контроля. Готовность химических и радиометрических лабораторий. Состав, состояние и оснащенность сил радиационной и химической защиты и готовность выполнять задачи по предназначению.

По вопросам РХБ защиты ежегодно готовятся и представляются следующие донесения:

- Донесение о наличии сил РХБЗ по состоянию на 1.01 за отчетный год
- Донесение об обеспеченности формирований ГО рабочих (служащих) и населения средствами РХБЗ по состоянию на 1.01 за отчетный год
- Донесение о потребности, наличии и движении средств РХБЗ за отчетный год;
- Донесение о потребности в ремонте средств РХБЗ за отчетный год
- Донесение учета специальной техники войск радиационной и химической защиты по состоянию на 1.01 за отчетный год [59].

17. Меры безопасности при проведении аварийно-спасательных И других неотложных работ (АСДНР)

Условия проведения АСДНР требуют от личного состава формирований строгого соблюдения мер безопасности. Это позволяет предотвратить несчастные случаи, потери личного состава формирований и населения при проведении спасательных работ.

Командиры формирований обязаны заблаговременно разъяснить личному составу характерные особенности предстоящих работ, ознакомить с порядком их проведения и правилами безопасности, строго следить за их выполнением. Конкретные меры безопасности указываются личному составу непосредственно перед работой одновременно с постановкой задачи.

Система современных средств РХБ защиты стала сложной многоуровневой и многокомпонентной системой. Необходимо выбирать из множества образцов этой системы оптимальный комплект, предназначенный для решения конкретно возникшей задачи. Не следует обходиться одним

типовым набором для всех ситуаций и на всех объектах, поскольку это понижает эффективность существенно ниже возможного уровня.

При организации РХБ защиты необходимо всегда помнить есть «РХБ защита населения» – как комплексное мероприятие ГОЧС и есть «РХБ защита сил ГОЧС» – как вид обеспечения действий этих сил.

Естественно, что организация каждого из этих видов РХБ защиты имеет свои особенности и различия, некоторые из которых являются даже принципиальными, а не частными.

При ликвидации аварий и, тем более, последствий боевых действий, аварийным бригадам приходится работать в разрушенных зданиях. Нужно помнить, что спасательные работы в полуразрушенных, горящих или задымленных помещениях, в завалах проводятся группами (не менее двух человек) при взаимной страховке.

При разборке и обрушении здания необходимо вести постоянное наблюдение за его состоянием. При возникновении какой-либо опасности, а также при усилении ветра свыше 10 м/с работы немедленно прекращаются, людей и технику выводят в безопасное место.

В ходе спасательных работ передвижение машин, эвакуация пораженных и населения организуется по разведанным и обозначенным путям. Опасные места ограждаются знаками.

Для освещения участков работ в котлованах, траншеях, галереях, трубах, сырых помещениях используют электрические лампы с напряжением не выше 12 В. В ночное время участки работ освещаются прожекторами или другими источниками освещения. Наиболее сложные и опасные виды работ следует завершить до наступления темноты.

При проведении работ на загазованных участках (объектах) запрещается пользоваться открытыми источниками огня. Работы, как правило, ведутся в изолированных дыхательных аппаратах, инструментом из цветных металлов или обмедненных, стальной инструмент обильно смазывают тавотом. Для освещения рабочих мест применяются взрывобезопасные аккумуляторы.

Работу в загазованных колодцах ведут только в изолирующих дыхательных аппаратах звеном из трех человек: один – в колодце, двое – наверху, используя предохранительные пояса с прикрепленными к ним страховочными веревками. Продолжительность пребывания одного человека в колодце не должна превышать 10 минут, после чего ему следует 10...15 минут отдышать на свежем воздухе.

История применения средств РХБ защиты знает немало примеров, когда люди, в том числе и специалисты, погибли при использовании фильтрующих противогазов и респираторов. Фильтрующее средство нельзя использовать по принципу «надел и забыл», поэтому принимая решение на применение фильтрующих средств защиты необходимо тщательно выверять режимы использования этих средств.

Аварийные работы на электросетях проводятся после отключения поврежденных участков сети на распределительных пунктах (щитах), в резиновых перчатках и сапогах, с соблюдением при этом мер электробезопасности (наложение заземления, вывешивание предупредительных знаков и др.).

При разборке завалов, работе в разрушенных зданиях необходимо постоянно следить за появлением обвисших (оборванных, обгоревших) электрических проводов. Отключение электропроводов путем резки допускается при фазном напряжении в сети не более 220 В и только тогда, когда иными способами нельзя обесточить участок, где ведутся работы.

На местности, загрязненной радиоактивными веществами, необходимо соблюдать режим, регламентирующий допустимое время нахождения под воздействием облучения и время нахождения в укрытии. Весь личный состав работающих подразделений должен быть обеспечен индивидуальными измерителями дозы облучения. При возможности пылеобразования работа должна проводиться в респираторах или противогазах.

При ликвидации аварий на технологических линиях (сетях) и емкостях с токсичными веществами, подходить к месту их разлива или выхода в атмосферу следует с наветренной стороны, в изолирующих дыхательных аппаратах и средствах защиты кожи. Фильтрующими противогазами можно пользоваться только при отсутствии высоких концентраций токсических веществ. В зависимости от температуры воздуха и интенсивности физической нагрузки необходимо ограничивать время пребывания в защитной одежде.

К действиям в очагах бактериологического заражения допускаются только специально подготовленные формирования, обеспеченные необходимыми средствами защиты.

При работах в зонах пожаров и задымления личный состав обеспечивается противогазами и дополнительными патронами (ДПГ-1) к ним, обеспечивающими защиту от окиси углерода, а также специальной одеждой и касками.

Для тушения любых загораний, в том числе и электроустановок, находящихся под напряжением не более 300 В, можно использовать углекислотные огнетушители. Пенные огнетушители нельзя использовать для тушения электроустановок под напряжением и щелочных материалов. Воду нельзя использовать для тушения веществ, вступающих с ней в бурную химическую реакцию (металлический натрий, калий, магний, карбид кальция и др.), а также небесточенных электроустановок.

При работах на высоте следует применять страхующие средства, исключающие возможность падения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуменюк В.И., Ефремов С.В. Радиационная и химическая защита. Учебное пособие. – СПб.: СПбГПУ. – 2010. – 219 с.
2. В.Г. Басенко, В.И. Гуменюк, М.И. Танчук. Безопасность жизнедеятельности. Защита в Чрезвычайных Ситуациях. Учеб.пособие. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2008;
3. yandex.ru/images>статистикакачсподанныммчс
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)
5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. N 40
7. Гусев Н.Г. Защита от гамма-излучения, Справочник.-М.: Атомиздат, 1968.- 388 с.
8. Гусев Н.Г. (ред.) Защита от ионизирующих излучений в 2-х томах. Том 1. Физические основы защиты от излучений. Учебное пособие.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 512 с.
9. Гусев Н.Г. (ред.) Защита от ионизирующих излучений в 2-х томах. Том 2. Защита от излучений ядернотехнических установок. Учебное пособие.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
10. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.
11. А.Н.Майоров и др. Радиационная дефектоскопия. М.: Атомиздат, 1976, с.41
12. Патент Франции № 2395093, В22D 19/02, 1978 г.
13. Уран в народном хозяйстве. Обзорная информация, выпуск 3(162), М.: ГНЦ РФ ВНИИНМ им. А.А.Бочвара, 1999, с.13, 14
14. Уран в народном хозяйстве. Обзорная информация, выпуск 3(162), М.: ГНЦ РФ ВНИИНМ им. А.А.Бочвара, 1999, с.16, 17
15. Патент РФ № 2060105, опубл. 20.05.1996 г
16. Патент РФ № 2187855, опубл. 20.08.2002 г.
17. Патент РФ № 2364963, опубл. 20.08.2009 г.
18. Патент WO2003056568 A1, опубл. 10.07. 2003 г.
19. Патент РФ № 2063074, опубл. 27.06.1996 г.
20. Патент РФ № 2030803, опубл. 10.03.1995 г.
21. Патент РФ № 2111559, опубл. 20.05.1998 г.

22. Патент РФ № 2111558, опубл. 20.05.1998 г.
23. АС СССР № 592582, опубл. в «Бюлл. изобретений» № 10 за 1959 г.
24. L.A. Artsimovich, Nuclear Fusion, 12, 212 (1972).
25. H. P. Furth, Nuclear Fusion 15, 457 (1975).
26. ITER Physic Basis, Chapter 5, Section 4, Nuclear Fusion 39, 2478 (1999).
27. M.N. Rosenbluth, Plasma Physics and Controlled Fusion 41, A99 (1999).
28. D.R. Sweetman, Nucl. Fus. 13, 157 (1973).
29. Серия информационных изданий Международного агентства по атомной энергии «ИНЕС. МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКАЛА ЯДЕРНЫХ И РАДИОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ»
https://www.iaea.org/sites/default/files/ines_rus.pdf
30. Данные из свободной энциклопедии - Википедии <https://ru.wikipedia.org>
31. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учеб.пособие /В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. М.: Высш. шк., 2006. 592 с.
32. А.Ф. Леонов, и др. Современные методы и технические средства борьбы с радиационным терроризмом. /Экологические системы и приборы №5, 2000 г. С. 7...10.
33. В.Н. Александров, В.И. Емельянов. Отравляющие вещества. - М.: Воениздат, 1990. – 272 с.
34. Защита от оружия массового поражения. Под ред. В.В. Мясникова. – М.: Воениздат, 1989. – 398 с.
35. Биненко В.И. Терроризм и проблемы безопасности. Учебное пособие. – СПб.: СПГТУ, 2002, - 25 с.
36. В.Ю. Шигаев. Современное представление о биологическом оружии и его поражающих свойствах. СПб.: Военно-медицинская академия, 1998. – 42 с.
37. Покровский В.И., Булкина И.Г. Инфекционные болезни с уходом за больными и основами эпидемиологии. Учебник. – М.: Медицина, 1985, - 240с.
38. Средства индивидуальной защиты: Справ.изд./ С.Л. Каминский и др. – Л.: Химия, 1989. – 400 с.
39. Гражданская оборона. Учебник. Под ред. Е.П. Шубина. - М.: Просвещение, 1991. - 223 с.
40. Это должен знать каждый. Памятка для населения. – М.: Воениздат, 1987. – 94 с.
41. В. Холстов. Всегда готовы к действию./ «Красная звезда» от 13 ноября 2001 года.

42. Облегченные респираторы. – СПб.: ЗАО «Севзаппромэнерго», 2003. – 21 с.
43. Новые разработки ЗАО «Сорбент – Центр внедрение». – Пермь: Сорбент, 2002. – 36 с.
44. Изолирующие воздушные аппараты. Описание. – СПб.: Гром, 2003. – 6 с.
45. ГОСТ Р 22.9.05-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей.
46. Учебник спасателя./ С.К. Шойгу и др. – Краснодар: «Сов.Кубань», 2002. – 528 с.
47. Справочник спасателя. Книга 6. Спасательные работы по ликвидации последствий химического заражения. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1995. – 113 с.
48. Каммерер Ю.Ю. и др., Защитные сооружения гражданской обороны: устройство и эксплуатация. – М.: Энергостройиздат, 1985.
49. Военный парад. № 2(26) март – апрель 1998 г.
50. М.Т. Максимов, Г.О. Оджагов. Радиоактивные загрязнения и их измерение. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304 с.
51. Кожара В.И. и др. Радиационная, химическая разведка, дозиметрический и химический контроль. Учебное пособие. – СПб.: СПбГТУ, 2001. – 102 с.
52. Матвеев А.В. Современные приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля. Каталог. – СПб.: СПбГУАП, 1999. – 230 с.
53. ГОСТ Р 22.3.04-95. БЧС. Контроль радиационной безопасности населения дозиметрический
54. ГОСТ Р 22.8.05-96. БЧС. Санитарная обработка людей. Дегазация, дезактивизация техники, одежды и обуви.
55. ГОСТ Р 22.8.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на радиационно опасных объектах.
56. ГОСТ Р 22.8.05-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах.
57. Задачи войск гражданской обороны./Официальный сайт МЧС России. Силы и средства. Версия для печати. 29.11.2003 года.
58. Отдел РХБ защиты. \ <http://www.mchs.mo.ru/mchs/rhbz/index.htm>. 24.11.2003.
59. Порядок подготовки ежегодных докладов о состоянии гражданской обороны. Унифицированные документы. <http://gr-obor.narod.ru/p289.htm>.
60. Гуменюк В.И., Ломасов В.Н. Радиационная, химическая и биологическая безопасность. Учебное пособие. СПб: СПбПУПВ, 2016.