



ФГБОУ ВО СИБИРСКАЯ
ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ

Сергеев И.Ю.
Латышенко К.П.
Шмырёва М.Б.
Николаев Г.А.
Лоран Н.М.
Бояринова С.П.

РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Учебное пособие

Железногорск

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФГБОУ ВО СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ



Сергеев И.Ю., Латышенко К.П., Шмырёва М.Б.,
Николаев Г.А., Лоран Н.М., Бояринова С.П.

РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Учебное пособие

*Допущено Министерством Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий
в качестве учебного пособия для курсантов, студентов
и слушателей образовательных организаций МЧС России*

Железногорск
2024

УДК 614.87
ББК 68.9я73
С32

Авторы:

Сергеев Иван Юрьевич, канд. техн. наук
Латышенко Константин Павлович, доктор техн. наук, профессор
Шмырёва Марианна Борисовна, канд. экон. наук
Николаев Глеб Александрович, канд. техн. наук
Лоран Николай Михайлович, канд. техн. наук
Бояринова Светлана Петровна

Рецензенты:

Профессор кафедры радиационной и химической защиты
ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика»
кандидат военных наук, доцент
Решетников Василий Михайлович
ISBN 978-5-906874-74-0

Главный специалист-эксперт
Департамента гражданской обороны и защиты населения МЧС России
Филиппов Геннадий Рудольфович

Профессор кафедры гражданской обороны, защиты населения и территорий
ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»
кандидат техн. наук, доцент
Лысенко Игорь Александрович

Старший научный сотрудник научно-исследовательской группы
центра подготовки сотрудников специальной пожарной охраны
Воронежского института повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России
кандидат техн. наук, доцент
Вытовтов Алексей Владимирович

Сергеев И.Ю., Латышенко К.П., Шмырёва М.Б., Николаев Г.А., Лоран Н.М., Бояринова С.П.
Радиационная, химическая и биологическая защита: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО
«Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2024. – 198 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» и направлено на реализацию образовательной программы по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность. В учебном пособии представлена краткая информация по изучаемому лекционному материалу в объеме, необходимом для оформления конспектов. Подготовлены материалы для организации и проведения практических занятий, включающие рекомендации, контрольные вопросы, расчетные задачи и контрольные работы. Материалы, представленные в учебном пособии, позволят обучающимся организовать полноценную самостоятельную работу и подготовку к контрольным мероприятиям.

ISBN 978-5-906874-74-0

УДК 614.87
ББК 68.9я73
С32

© ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2024
© Сергеев И.Ю., Латышенко К.П., Шмырёва М.Б., Лоран Н.М., Николаев Г.А., Бояринова С.П., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	8
ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ	10
1.1. Предмет радиационной, химической и биологической защиты	11
1.2. Комплексное взаимодействие единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны	11
1.3. Руководство, управление и координация деятельности в рамках гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	22
1.4. Организация совместной деятельности органов управления	29
1.5. Классификация и критерии чрезвычайных ситуаций, обусловленных радиационной, химической и биологической обстановкой	37
1.6. Контрольные вопросы по первой главе	41
ГЛАВА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗМОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ХИМИЧЕСКИМИ АВАРИЯМИ И ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ	44
2.1. Предмет прогнозирования чрезвычайных ситуаций	44
2.2. Методики выявления и оценки химической обстановки при химических авариях	48
2.3. Химическое оружие	53
2.4. Средства индивидуальной защиты	56
2.5. Разновидности специальной техники и оборудования для проведения дезактивации, дегазации, дезинфекции и санитарной обработки	59
2.6. Контрольные вопросы по второй главе	66

ГЛАВА 3. РАДИОАКТИВНОСТЬ, ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И РИСКИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ	68
3.1. Радиоактивность и ионизирующее излучение.....	68
3.2. Единицы измерения радиоактивности.....	74
3.3. Требования радиационной безопасности	78
3.4. Объекты использования атомной энергии	81
3.5. Ядерное оружие и ядерный терроризм	87
3.6. Контрольные вопросы по третьей главе.....	96
ГЛАВА 4. ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПРИМЕНЕНИИ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ И ПРОЯВЛЕНИЯХ ЯДЕРНОГО ТЕРРОРИЗМА	97
4.1. Термины и определения в области радиационного контроля.....	97
4.2. Методы измерения радиоактивности и виды оборудования.....	99
4.3. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки.....	105
4.4. Динамический радиационный контроль	108
4.5. Методики выявления и оценки возможной радиационной обстановки.....	117
4.6. Контрольные вопросы по четвертой главе.....	142
ГЛАВА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОЙ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ	144
5.1. Биологическое оружие и биологические опасности	144
5.2. Оценка возможной радиационной, химической и биологической обстановки.....	147
5.3. Организация деятельности нештатных аварийно-спасательных формирований, нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне, спасательных служб	149
5.4. Укрытие работников организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне	155

5.5. Мероприятия по эвакуации работников и материальных ценностей организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне	158
5.6. Контрольные вопросы по пятой главе	160
ГЛАВА 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	161
6.1. Рекомендации по оформлению рабочей тетради	161
6.2. Проведение входного контроля.....	161
6.3. Проведение практических занятий в формате «семинар-конференция»	162
6.4. Исследовательская работа по оценке основных параметров химической обстановки	163
6.5. Интерактивная контрольная работа для проверки усвоения методики оценки химической обстановки	172
6.6. Решение задач по выявлению и оценке радиационной обстановки.....	178
6.7. Практическое занятие на учебно-тренировочном комплексе «Обнаружение отравляющих (радиоактивных) веществ и работа в условиях заражения (загрязнения) местности»	180
6.8. Исследовательская работа по оценке опасности источников ионизирующего излучения.....	183
6.9. Задачи, связанные с анализом технических характеристик и оценкой обнаруживающей способности применяемых средств радиационного контроля	187
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	196

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита», оно направлено на повышение качества реализации образовательной программы по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность.

Целями освоения учебной дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» являются: укрепление теоретических знаний в сфере обеспечения радиационной, химической и биологической защиты; получение практических умений по выявлению, оценке, прогнозированию и моделированию сценариев развития радиационной, химической и биологической обстановки; получение навыков планирования и обоснования рационального перечня и объемов мероприятий по защите населения, работников, личного состава формирований от радиационных, химических и биологических угроз.

Освоение дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» направлено на формирование у обучающихся компетенций и индикаторов, связанных с развитием их способностей создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8).

Рабочей программой учебной дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» предусмотрены: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся.

Задачами лекционных занятий являются: систематизация теоретических знаний; стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся; развитие их творческого мышления.

Для этого в учебном пособии представлена краткая информация по изучаемому лекционному материалу в объеме, необходимом для оформления конспектов, а также приведены необходимые иллюстрации, таблицы, схемы и примеры из практической деятельности по обеспечению РХБ защиты.

Практические занятия проводят в целях: углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях, а также в процессе самостоятельной работы обучающихся с нормативно-правовыми актами, учебной и научной литературой; овладения практическими умениями и навыками профессиональной деятельности, связанной с обеспечением РХБ защиты; развития абстрактного и логического мышления.

В учебном пособии представлены методические материалы для организации и проведения практических занятий с обучающимися, включающие контрольные вопросы расчетные задачи и контрольные работы с вариантами заданий, сопровождающиеся необходимыми пояснениями и примерами выполнения.

Цели самостоятельной работы обучающихся: углубление и закрепление полученных знаний по обеспечению РХБ защиты; выработка навыков самостоятельного активного приобретения новых знаний; подготовка к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Материалы, представленные в учебном пособии, позволяют обучающимся организовать полноценную самостоятельную работу и подготовку к контрольным мероприятиям.

Для наиболее эффективного освоения дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» в учебном пособии использованы следующие образовательные технологии.

«Технология контекстного обучения» – обучение в контексте профессии, учитывая специфику направления и профиля подготовки.

«Технология интерактивного обучения» – реализуется в форме учебных заданий, предполагающих взаимодействие обучающихся, использование активных форм обратной связи.

«Технология электронного обучения» – реализуется при выполнении учебных заданий с использованием электронной информационно-образовательной среды, информационно-справочных и поисковых систем, проведении автоматизированного тестирования.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

Обучающимся рекомендуется переписать все приведенные аббревиатуры в конце рабочей тетради и дополнять получившийся перечень в процессе обучения, а также потренировать их произношение.

- АРМ [áрм] – автоматизированное рабочее место
АСР [а-эс-э́р] – аварийно-спасательные работы
АСС [а-эс-э́с] – аварийно-спасательная служба
АСФ [а-эс-э́ф] – аварийно-спасательное формирование
АСЦ [а-эс-цэ́] – авиационно-спасательный центр
АСЦО [ас-цэ-о́] – автоматизированная система централизованного оповещения
АХОВ [ахóв] – аварийно химически опасное вещество
АЭС [а-э́с] – атомная электростанция
БАС [ба́с] – беспилотная авиационная система
БОО [бо́-о-о] – биологически опасный объект
ГО [гэ-о́] – гражданская оборона
ГПС [гэ-пэ-э́с] – Государственная противопожарная служба
ГТС [гэ-тэ-э́с] – гидротехническое сооружение
ГУ [гэ-у́] – Главное управление
ГУ НЦУКС [гэ-у эн-цúкс] – Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России
ДДС [дэ-дэ-э́с] – дежурно-диспетчерская служба
ДПО [дэ-пэ-о́] – добровольная пожарная охрана
ДРГ [дэ-эр-гэ́] – диверсионно-разведывательная группа
ЕДДС [е-дэ-дэ-э́с] – единая дежурно-диспетчерская служба
ЗАТО [за-то́] – закрытое административно-территориальное образование
ЗНТЧС [зэ-эн-тэ́ че-э́с] – защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
КВО [кэ-вэ-о́] – критически важный объект
КСОБЖН [ка-эс-бэ-жэ́] – комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности населения
КСЭОН [ксэ-о́н] – комплексная система экстренного оповещения населения
КЧС и ОПБ [кэ-че-э́с и о-пэ-бэ́] – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности
КШУ [кэ-шэ-у́] – командно-штабное учение
МО [эм-о́] – муниципальное образование
МОГО [мо-го́] – Международная организация гражданской обороны
МПВО [эм-пэ-вэ-о́] – местная противовоздушная оборона

МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

НАСФ [на́сф] – нештатное аварийно-спасательное формирование

НФГО [э́нэф-гэ-о́] – нештатное формирование по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне

ОЗК [о-зэ-ка́] – общевойсковой защитный комплект

ОБЛВО [о-бэ-эл-вэ-о́] – обеспечение безопасности людей на водных объектах

ОИАЭ [оиаэ́] – объекты использования атомной энергии

ОГВ [о-гэ-вэ́] – органы государственной власти

ОПО [опо́] – опасный производственный объект

ОПУ [опу́] – орган повседневного управления

ПЖОН [пжон́] – первоочередное жизнеобеспечение населения

ПКЧС [пэ-ка-че-э́с] – Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности

ПОО [пэ-о-о́] – потенциально опасный объект

ПУФ [пу́ф] – комиссия по повышению устойчивости функционирования

ПФВЧ [пэ-эф-вэ-че́] – противотанковая военизированная часть

РАСЦО [расцо́] – региональная автоматизированная система централизованного оповещения населения

РОО [ро-о́] – радиационно опасный объект

РСЧС [э́рэс-че-э́с] – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

РХБЗ [э́р-хэ-бэ-зэ́] – радиационная, химическая и биологическая защита

СИЗ [си́з] – средства индивидуальной защиты

СИЗОД [сизо́д] – средства индивидуальной защиты органов дыхания

СЗО [сэ-зэ-о́] – социально-значимый объект

СЦ [эс-це́] – спасательный центр

ТП РСЧС [тэ-пэ́ э́рэс-че-э́с] – территориальная подсистема единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

ФО [фэ-о́] – федеральный округ

ФОИВ [фойв́] – федеральные органы исполнительной власти

ФП РСЧС [фэ-пэ́ э́рэс-че-э́с] – функциональная подсистема единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

ФПС [фэ-пэ́-э́с] – федеральная противопожарная служба

ХОО [хэ-о-о́] – химически опасный объект

ЦУКС [цу́кс] – центр управления в кризисных ситуациях

ЧС [че-э́с] – чрезвычайная ситуация

ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Цель изучения: в контексте изучаемой дисциплины (РХБЗ) систематизировать информацию по организации комплексного взаимодействия органов управления, сил и средств при решении задач гражданской обороны (ГО) и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Учебные вопросы:

- 1.1. Предмет РХБ защиты.
- 1.2. Комплексное взаимодействие ГО и РСЧС.
- 1.3. Руководство, управление и координация деятельности в рамках ГО и РСЧС.
- 1.4. Организация совместной деятельности органов управления.
- 1.5. Классификация и критерии ЧС.

Основные нормативно-правовые акты:

1. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Указ Президента Российской Федерации от 05.12.2016 № 645 «О Стратегии развития системы радиационной, химической и биологической защиты войск и населения Российской Федерации в мирное и военное время на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
4. Указ Президента Российской Федерации от 11.03.2019 № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
6. Решение коллегии МЧС России от 04.12.2019 № 8/П «Об утверждении актуализированной редакции Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения».

1.1. Предмет радиационной, химической и биологической защиты

Радиационная, химическая и биологическая защита войск и населения (РХБ защита) – комплекс взаимоувязанных по целям, задачам, ресурсам, месту и времени проведения мероприятий, направленных на максимально возможное снижение риска радиационного, химического и биологического поражения войск и населения.

Предметом РХБ защиты являются организационно-технические мероприятия, направленные на выявление и прогнозирование радиационной, химической и биологической обстановки, снижение потерь среди населения и личного состава формирований, а также ущерба материально-культурным ценностям и окружающей среде в условиях возможной угрозы:

- применения ядерного оружия (ЯО), химического оружия (ХО), биологического оружия (БО);
- возникновения радиационных инцидентов на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ), химических аварий на производственных объектах и транспорте, а также биологических опасностей;
- деятельности диверсионно-разведывательных групп (ДРГ) и международных террористических организаций (МТО) с применением радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и биологических веществ (БВ).

1.2. Комплексное взаимодействие единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны

Появление и последующее развитие РХБ защиты было исторически тесно связано с зарождением и совершенствованием местной противовоздушной обороны (МПВО), гражданской обороны (ГО) и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Ключевыми федеральными законами в области защиты населения и территорий от опасностей, возникающих при военных конфликтах, а также при ЧС природного и техногенного характера на территории Российской Федерации являются: Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» и Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Базовыми профессиональными терминами являются:

Гражданская оборона (ГО) – это система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при ЧС природного и техногенного характера.

Силы гражданской обороны (силы ГО) – это спасательные воинские формирования федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны (СВФ МЧС России); подразделения Государственной противопожарной службы (ГПС); аварийно-спасательные формирования (АСФ, НАСФ, АСС) и спасательные службы; нештатные формирования по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне (НФГО); а также создаваемые на военное время в целях решения задач в области гражданской обороны специальные формирования (рисунок 1.2.1).



Рисунок 1.2.1 – Примеры сил ГО

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате: аварии; опасного природного явления; катастрофы; распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих; стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой: человеческие жертвы; ущерб здоровью людей или окружающей среде; значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) – это объединение органов управления, сил и средств: федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ); исполнительных органов субъектов Российской Федерации; органов местного самоуправления (ОМСУ) и организаций (предприятий, учреждений и т. д.), в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЗНТЧС), в том числе по обеспечению безопасности людей на водных объектах (ОБЛВО) (рисунок 1.2.2).



Рисунок 1.2.2 – Состав РСЧС

Как взаимосвязаны две системы: «ГО» и «РСЧС»? В чем их схожесть и отличия?

При изучении взаимосвязи ГО как «системы мероприятий по защите населения ...» и РСЧС как «объединения органов управления сил и средств ...» необходимо учитывать следующие факторы:

- история развития и международный опыт;
- особенности мирного и военного времени;
- сложившаяся система нормативно-правового регулирования;
- существующие риски, классификация и критерии ЧС;
- применение планов ГО и планов действий по ликвидации ЧС;
- примеры организации совместной деятельности органов управления, сил и средств различной ведомственной принадлежности, формы собственности и подчиненности в рамках ГО и РСЧС;
- формы проведения практических мероприятий по ГО, мобилизационной подготовке и ликвидации ЧС, в том числе при проведении учений и тренировок.

Исторически система ГО в России начала зарождаться в годы Первой мировой войны (1914–1918 гг.). Появление и применение авиации в военных целях, а также использование химического оружия, привело к необходимости

срочной разработки и реализации соответствующего комплекса мероприятий по подготовке к защите гражданского населения, объектов экономики и жилых территорий.

С 1915 г. начали массово применять противогазы, появились первые «химические войска» (датой создания Войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных сил Российской Федерации считается 13 ноября 1918 г.).

Датой создания ГО в России считается 4 октября 1932 г., что связано с созданием в стране системы местной противовоздушной обороны (МПВО). Теперь в этот день (4 октября) ежегодно отмечается День гражданской обороны России.

В период зарождения МПВО (1914–1932 гг.) сформировались и ключевые задачи ГО. В процессе исторического развития менялись технологии и формы государственного устройства, но неизменной оставалась «идея гражданской обороны», в основе которой лежит массовое привлечение граждан в составе добровольных формирований для оказания помощи и проведения мероприятий по: обучению, оповещению, рассредоточению, маскировке, разведке, укрытию, применению средств защиты, оказанию медицинской помощи, охране общественного порядка, борьбе с пожарами, срочному захоронению трупов и т. д.

Таким образом, гражданская оборона в широком смысле может восприниматься как явление зарождения добровольчества и волонтерства в России (рисунок 1.2.3).



Рисунок 1.2.3 – Мероприятия по ГО в период развития МПВО

В период Второй мировой войны было впервые создано и практически сразу применено ядерное оружие (в 1945 г.).

Таким образом, возникновение и дальнейшее развитие РХБ защиты исторически всегда было связано с новыми технологическими открытиями, и в то же время с возникающими новыми рисками и угрозами.

Все послевоенное время характеризовалось продолжающейся нестабильностью в мире и развитием военно-политических конфликтов, наращиванием запасов ОМП, а также параллельным развитием промышленности и значительным увеличением количества: химически опасных объектов (ХОО), радиационно опасных объектов (РОО) и биологически опасных объектов (БОО).

Исходя из этого усиливалась потребность во внедрении новых государственных механизмов РХБ защиты, повышении обеспеченности индивидуальными (СИЗ) и коллективными средствами защиты (убежища, укрытия), а также совершенствовании методов ведения разведки и прогнозирования возможной РХБ обстановки.

В 1961 г. МПВО была реорганизована в ГО СССР и введена официальная должность начальника войск ГО СССР.

Первым начальником войск ГО СССР (1961–1972 гг.) стал Маршал СССР, дважды Герой СССР Василий Иванович Чуйков (рисунок 1.2.4).



Рисунок 1.2.4 – В.И. Чуйков, первый начальник войск ГО СССР

В период с 1971 г. по 1991 г. руководство ГО было возложено на Министерство обороны СССР. В советский период:

- организована работа штабов ГО на всех уровнях функционирования;
- на региональном и объектовом уровнях впервые появились комиссии по повышению устойчивости функционирования (ПУФ) и эвакуационные комиссии, которые возглавлялись высшими должностными лицами органов государственной власти и руководителями предприятий;
- появилась организованная система массовой подготовки работающего и неработающего населения;
- в регионах начали создаваться первые автоматизированные системы централизованного оповещения (АСЦО);

– на всех предприятиях из числа своих работников начали активно создаваться, укомплектовываться и оснащаться нештатные службы гражданской обороны (службы ГО) по направлениям деятельности: аварийно-техническая служба ГО, медицинская служба ГО, противопожарная служба ГО; материально-техническая служба ГО, продовольственная служба ГО, транспортная служба ГО и т. д.

В том числе начали создаваться и применяться службы ГО по направлению РХБ защиты, в состав которых входили: посты РХ наблюдения; группы химиков-дозиметристов; команды по ликвидации радиационных и химических аварий; звенья дегазации (демеркуризации), дезактивации, дезинфекции, дезинсекции и другие формирования.

В советский период развитие системы ГО СССР было направлено на поддержание высокой готовности органов государственной власти (ОГВ), органов местного самоуправления (ОМСУ), учреждений и предприятий к проведению мероприятий по защите населения и материально-культурных ценностей от опасностей, связанных с вооруженными конфликтами.

При этом вплоть до 1990 г.: не существовало профессиональной спасательной службы, способной реагировать на крупномасштабные ЧС; не было разработано никакой нормативно-правовой базы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЗНТЧС); не существовало понятия и такой профессии как «спасатель» в тарифно-квалификационном справочнике; отсутствовала система профессиональной подготовки спасателей; не разрабатывались и не приобретались специализированные спасательные инструменты и оборудование; не осваивались поисково-спасательные технологии; отсутствовала система оперативного управления в кризисных ситуациях.

В связи с этим было принято решение об образовании с 27 декабря 1990 г. первой в стране профессиональной спасательной организации – Российский корпус спасателей (РКС), который возглавил Сергей Кужугетович Шойгу (генерал армии, Герой России), и в последствии стал первым Министром Российской Федерации по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (ЛПСБ) (рисунок 1.2.5). Теперь в этот день (27 декабря) ежегодно отмечается государственный профессиональный праздник – День Спасателя Российской Федерации.

Создание в России первой профессиональной спасательной службы, которой на тот момент стал Российский корпус спасателей (РКС), было вызвано неудовлетворительным реагированием сил ГО на ряд возникших крупномасштабных ЧС на территории СССР. В частности, реагирование при

радиационной аварии на Чернобыльской АЭС в Украинской ССР (26 апреля 1986 г.) и Спитакском землетрясении в Армянской ССР (7 декабря 1988 г.).



Рисунок 1.2.5 – С.К. Шойгу, первый Министр РФ по делам ГО, ЧС и ЛПСБ

В период с 1991 г. по 1994 г. несмотря на тяжелое для всей страны время на фоне распада СССР и создания Российской Федерации начиналось формирование облика МЧС России в его привычном современном виде.

На разных этапах развития в составе МЧС России появились:

- спасательные воинские формирования (СВФ), в том числе реорганизованные на базе бывших воинских частей Министерства обороны («войска ГО»);
- территориальные органы МЧС России во всех субъектах Российской Федерации (главные управления (ГУ) МЧС России по субъектам Российской Федерации);
- подразделения федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС);
- военизированные горноспасательные части (ВГСЧ) и военизированные противодиверсионные части (ВПДЧ);
- региональные поисково-спасательные отряды (РПСО);
- медицинская, психологическая, водолазная, кинологическая и другие службы;
- комплексные авиационно-спасательные центры (АСЦ), специализированные пожарно-спасательные части (СПСЧ) и аэромобильные группировки (АМГ);
- высшие учебные заведения (ВУЗ) и научно-исследовательские институты (НИИ);
- государственная инспекция по маломерным судам (ГИМС);
- центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС);

- центры мониторинга и прогнозирования ЧС (ЦМП ЧС);
- центры космического мониторинга (ЦКМ);
- центры применения беспилотных авиационных систем (БАС).

При этом изучение и дальнейшее совершенствование вопросов, связанных с РХБ защитой, всегда было и остается актуальным направлением практически для всех перечисленных подразделений МЧС России. В территориальных органах МЧС России создаются соответствующие структурные подразделения по направлению РХБ защиты. Все организации МЧС России, имеющие категорию по гражданской обороне (категория по ГО), разрабатывают собственные планы гражданской обороны (планы ГО), в которых необходимо производить оценку возможной РХБ обстановки.

По инициативе МЧС России в стране была организована целенаправленная работа по возрождению, созданию и становлению добровольных общественных организаций (ВДПО, ВОСВОД, ДОСААФ и др.), ветеранских советов, добровольной пожарной охраны (ДПО), частной пожарной охраны (ЧПО), старост сельских населенных пунктов, студенческих спасательных отрядов (ССО).

Проведены значимые реформы в системах дошкольного и среднего образования: внедрен новый учебный предмет «Основы безопасности и защиты Родины»; организовано патриотическое воспитание детей (проект «Школа безопасности»); созданы специализированные кадетские корпуса и классы в общеобразовательных учреждениях (классы «МЧС-РЕСУРС»).

Проведена работа: по совершенствованию нормативно-правовой базы в области ГО и ЗНТЧС; проведению научных исследований; разработке соответствующих документов, стандартов, методик, учебников и обширной базы литературы.

В настоящее время штатная численность МЧС России составляет более 300 тыс. человек, что является рекордным показателем в мире по укомплектованности профессиональной спасательной службы, созданной на государственной основе. *Например, для сравнения в Федеральном агентстве по управлению в чрезвычайных ситуациях Министерства внутренней безопасности США (англ. The Federal Emergency Management Agency – FEMA) насчитывается около 7,5 тыс. работников.*

Гражданская оборона существует во всех зарубежных развитых странах, и в каждой из них представляет собой уникальную систему с учетом особенностей исторического развития и государственного устройства. *К примеру, когда говорят о «силах гражданской обороны» какой-либо зарубежной страны, то, как правило, подразумевают совокупность всех имеющихся там государственных, профессиональных, частных и добровольных формирований, чтобы не уточнять их конкретную принадлежность и подчиненность, потому что это может вызвать объективные затруднения («трудности перевода»).*

Международная организация гражданской обороны (МОГО), на англ. International Civil Defence Organization (ICDO), начала создаваться еще в 1932 г. Ежегодно 1 марта отмечается Международный день гражданской обороны. МЧС России является членом МОГО с 1993 г. и активно участвует во всех проводимых мероприятиях, связанных с оказанием помощи по ликвидации крупномасштабных ЧС и пожаров в зарубежных странах. Российские пожарные и спасатели, поисково-спасательные средства и технологии считаются лучшими в мире, а в период с 2013 г. по 2018 г. МОГО возглавлял Владимир Валентинович Кувшинов, ранее проходивший службу в рядах МЧС России (рисунок 1.2.6).

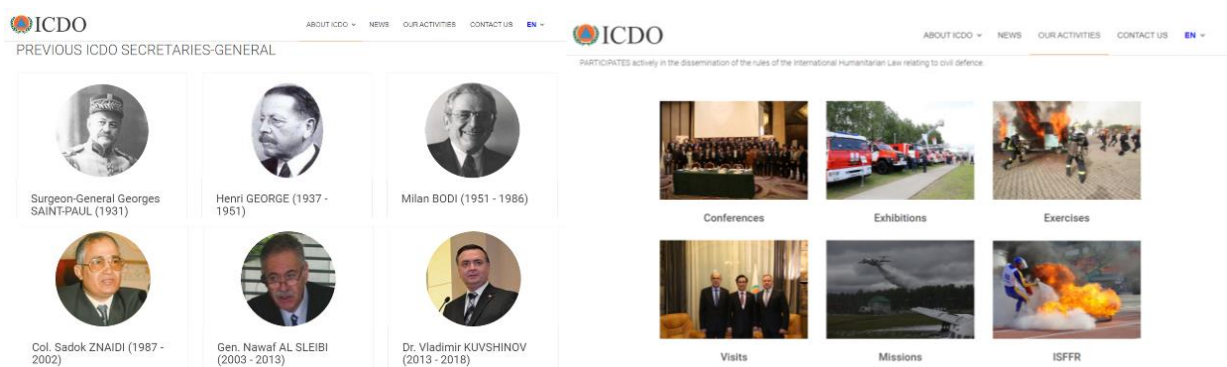


Рисунок 1.2.6 – Интернет-сайт МОГО

В 1992 г. в стране была впервые создана Российская система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС). С тех пор наименование изменилось, сейчас «РСЧС» – это «единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», а вот сама аббревиатура «РСЧС» сохранилась в своем изначальном «историческом» виде.

Созданная в стране система антикризисного управления (АКУ) позволила создать и упорядочить все (федеральные, межрегиональные, региональные, муниципальные, объектовые), рисунок 1.2.7:

- комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (КЧС и ОПБ);
 - органы повседневного управления (ЦУКС, ЕДДС, ДДС);
 - оперативные штабы (ОШ);
 - оперативные группы (ОГ);
 - аэромобильные группировки (АМГ);
 - каналы связи, технические системы (оповещения, мониторинга и т. д.)
- и резервы материально-технических средств (МТС).



Рисунок 1.2.7 – Взаимодействие органов управления РСЧС при установлении местного (слева) и регионального (справа) уровней реагирования

С созданием РСЧС более активно стали развиваться мероприятия по РХБ защите от рисков ЧС, обусловленных возможными авариями на РОО, ХОО и БОО. Это стало возможным в рамках совместного функционирования РСЧС и ГО за счет:

- объединения всех специалистов по РХБ защите;
- создания функциональных и территориальных подсистем (ФП и ТП РСЧС) и органов управления (ОУ) на каждом уровне функционирования;
- развития единой сети наблюдения, мониторинга и лабораторного контроля (СНЛК) за РХБ обстановкой.

Очередной этап развития ГО и РСЧС связан с распространением в 2019 г. новой коронавирусной инфекции COVID-19 (SARS-CoV-2). Число официально зарегистрированных в России случаев заболевания превысило 20 млн человек. В ходе борьбы с пандемией были выявлены новые проблемные вопросы по организации деятельности в области обеспечения безопасности от биологических опасностей, решение которых в рамках РСЧС было возложено на функциональную подсистему Роспотребнадзора (ФП надзора за санитарно-эпидемиологической обстановкой), в результате чего:

- разработан комплекс предупредительных санитарно-эпидемиологических мер и методики их практической реализации;
- создана обширная система оперативного управления санитарно-эпидемиологической обстановкой, включающая: организацию экстренного реагирования, диагностирования, вакцинации и лечения заразившихся;
- организован оперативный прием и обработка поступающих обращений граждан и постоянный контроль складывающейся санитарно-эпидемиологической обстановки через оперативные штабы Роспотребнадзора;

– организовано строительство новых медицинских центров, дооборудование имеющихся учреждений здравоохранения и обеспечение дополнительных койко-мест;

– разработана система введения ограничительных мер в сферах: проведения массовых мероприятий, организации транспорта, труда, образования

и т. д.;

– проведено существенное уточнение нормативно-правовой базы и полномочий органов власти (на всех уровнях функционирования) в области обеспечения безопасности от биологических угроз.

Таким образом, система ГО в Российской Федерации с советских времен перестала восприниматься как «военная система», в том числе было уточнено и законодательное определение «гражданской обороны». В настоящее время продолжается постепенный процесс интеграции ГО и РСЧС. Этапы интеграции ГО и РСЧС определены Концепцией, утвержденной решением Коллегии МЧС России от 25.03.2020. Нормативно-правовая база в рамках ГО и РСЧС взаимно дополняется и постепенно уточняется новыми документами в соответствии с приоритетными направлениями государственной политики.

К примеру, учения и тренировки по ГО зачастую проводят по вводным, связанным с ликвидацией ЧС природного и техногенного характера, а целью международного взаимодействия по вопросам ГО является организация совместного реагирования на крупномасштабные чрезвычайные ситуации в зарубежных странах.

С другой стороны, современные военно-политические конфликты в Сирии, Северной Корее, Иране, Украине, Грузии, Армении, Азербайджане, Израиле и других странах показали, что риски военного характера возрастают, и необходимо поддерживать в актуальном состоянии разработанные планы ГО с учетом существующих военных угроз вблизи границ Российской Федерации.

Более того, новый этап технического прогресса в развитии современных средств ведения войны создает новые риски, обусловленные: применением беспилотных авиационных систем (БАС); нарастанием угроз проявлений актов международного терроризма, в том числе с применением радиоактивных (РВ) и отравляющих веществ (ОВ); развитием секретных биологических лабораторий; использованием технологий управления средствами массовой информации (СМИ) и массовым сознанием граждан; усилением киберпреступности и хакерских атак; а также возникновением новых предпосылок к развязыванию ядерной войны.

Поэтому при употреблении термина «гражданская оборона» всегда очень важен контекст. В частности, «план гражданской обороны и защиты населения» (план ГО) – это конкретный документ, который имеет

определенную структуру и содержание. Содержание плана ГО опирается на раздел оценки возможной обстановки в результате применения противником: обычных средств поражения (ОСП), оружия массового поражения (ОМП) и действий диверсионно-разведывательных групп (ДРГ), обусловленных возникновением зон разрушений, зон радиоактивного загрязнения и зон химического и биологического заражения.

Стоит отметить, что в 2024 г. в проекте нового Федерального закона «О гражданской обороне, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» были предложены следующие существенно измененные определения:

Гражданская оборона – это система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих в период мобилизации, в период действия военного положения, в военное время.

Единая государственная система гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) – это государственная система, предназначенная для организации и проведения мероприятий по гражданской обороне, защите от чрезвычайных ситуаций.

В следующем учебном вопросе рассматривается процесс руководства и управления в рамках ГО и РСЧС, который полноценно осуществляется именно в мирное время и уже существующими органами управления (ОУ); все разновидности сил ГО в соответствии с действующим законодательством активно привлекаются для ликвидации ЧС природного и техногенного характера в составе общей группировки сил РСЧС (только за исключением специальных формирований, создаваемых на военное время).

1.3. Руководство, управление и координация деятельности в рамках гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Изучение учебного материала в данном разделе поможет обучающимся лучше разобраться и ответить на вопросы: «Кто руководит ГО?», «Кто руководит РСЧС?», «Как организовано управление и координация деятельности в рамках ГО и РСЧС?».

В соответствии с Федеральным законом от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (ст. 11. «Руководство гражданской обороной») руководство гражданской обороной в Российской Федерации осуществляет Правительство Российской Федерации. На рисунке 1.3.1 показана структура Правительства РФ.

Организация руководства, управления и координации деятельности в рамках РСЧС регламентируются Федеральным законом от 21.12.1994 № 68-ФЗ и постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794.

В таблице 1.3.1 наглядно показан принцип назначения руководителей в рамках ГО и РСЧС на каждом уровне функционирования: федеральный; межрегиональный; региональный; муниципальный; объектовый.



Рисунок 1.3.1 – Структура Правительства Российской Федерации

Таблица 1.3.1 – Руководство в рамках ГО и РСЧС

Уровень функционирования	Зона ответственности	Руководитель в рамках ГО и РСЧС
Федеральный	Вся территория и население Российской Федерации	Председатель Правительства Российской Федерации
	Все территориальные органы, объекты, организации и работники федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ)	Руководители ФОИВ
Межрегиональный	Территории и население федеральных округов РФ	Полномочные представители Президента РФ в федеральных округах
Региональный	Территории и население субъектов Российской Федерации (города федерального значения, республики, края, области и т. д.)	Высшие должностные лица субъектов Российской Федерации (губернаторы, главы)

Уровень функционирования	Зона ответственности	Руководитель в рамках ГО и РСЧС
Муниципальный	Территории и население муниципальных образований (городов, городских округов, муниципальных районов и т. д.)	Должностные лица местного самоуправления, возглавляющие местные администрации (главы, мэры)
Объектовый	Территории и работники частных организаций (предприятий, учреждений, объектов и т. д.)	Руководители организаций (директора)

В соответствии с действующим законодательством все руководители, назначенные в рамках ГО и РСЧС (т. е. соответствующие руководители ФОИВ, высшие должностные лица ОГВ субъектов РФ, высшие должностные лица ОМСУ, а также руководители предприятий и учреждений) несут персональную ответственность за организацию и проведение мероприятий по ГО и ЗНТЧС.

Роль и место МЧС России в рамках ГО и РСЧС.

Деятельность МЧС России в рамках ГО и РСЧС направлена на реализацию государственной политики в области ГО и ЗНТЧС, в том числе ОБВЛО, обозначенной в:

- основном законе Российской Федерации (Конституции Российской Федерации);
- федеральных конституционных законах (ФКЗ);
- федеральных законах (ФЗ);
- указах Президента Российской Федерации;
- постановлениях Правительства Российской Федерации.

Практическое выполнение мероприятий в рамках ГО и РСЧС на региональном, муниципальном и объектовом уровнях достигается изданием и реализацией соответствующих нормативных правовых актов (НПА):

- приказов федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ);
- законов субъектов Российской Федерации;
- указов высших должностных лиц ОГВ субъектов Российской Федерации;
- постановлений глав органов местного самоуправления (ОМСУ);
- приказов руководителей объектов (предприятий, учреждений).

Аналогичным образом МЧС России реализуется государственная политика и управление мероприятиями по РХБ защите. Таким образом, РХБ защита организовывается во всех: ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организациях (объектах, предприятиях, учреждениях).

Деятельность МЧС России в рамках ГО и РСЧС представляет собой целенаправленный процесс управления: органами управления, силами и средствами. В соответствии с Федеральным законом от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (ст. 12. «Управление гражданской обороной») органами, осуществляющими управление в рамках ГО, являются:

- федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на решение задач в области ГО и ЧС (МЧС России);
- территориальные органы – органы, уполномоченные решать задачи ГО и ЧС в субъектах Российской Федерации;
- структурные подразделения ФОИВ и ОМСУ, уполномоченные на решение задач в области ГО и ЧС;
- структурные подразделения (работники) организаций, уполномоченные на решение задач в области ГО и ЧС.

В таблице 1.3.2 наглядно показан принцип, по которому осуществляется назначение органов, осуществляющих управление в рамках ГО и РСЧС на каждом уровне функционирования.

Таблица 1.3.2 – Управление в рамках ГО и РСЧС

Уровень функционирования	Зона ответственности	Органы, осуществляющие управление в рамках ГО и РСЧС
Федеральный	Вся территория и население Российской Федерации	МЧС России
	Все территориальные органы, объекты, организации и работники федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ)	Уполномоченные структурные подразделения ФОИВ
Межрегиональный	Территории и население федеральных округов Российской Федерации	Головные главные управления (ГГУ) МЧС России в федеральных округах Российской Федерации

Уровень функционирования	Зона ответственности	Органы, осуществляющие управление в рамках ГО и РСЧС
Региональный	Территории и население субъектов Российской Федерации (города федерального значения, республики, края, области и т. д.)	Главные управления (ГУ) МЧС России по субъектам Российской Федерации
Муниципальный	Территории и население муниципальных образований (городов, городских округов, муниципальных районов и т. д.)	Уполномоченные структурные подразделения ОМСУ (управления, отделы по делам ГОЧС)
Объектовый	Территории и работники частных организаций (предприятий, учреждений, объектов и т. д.)	Уполномоченные структурные подразделения (работники) организаций (отделы, специалисты по делам ГОЧС)

Содержание процесса управления МЧС России в рамках ГО и РСЧС на практике может выражаться в различных формах, основными из которых являются:

- методическое руководство и оказание методической помощи со стороны МЧС России в отношении ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций;
- осуществление контроля со стороны МЧС России и проведение сравнительного анализа деятельности (по субъектам Российской Федерации, муниципальным образованиям и организациям) по выполнению практических мероприятий и достижению требуемых количественных показателей;
- проведение контрольно-надзорных мероприятий сотрудниками МЧС России в отношении ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций;
- выявление имеющихся недостатков и организация их своевременного устранения с учетом риск-ориентированного подхода;
- всестороннее стимулирование руководителей ГО и РСЧС на всех уровнях функционирования к поддержанию дальнейшего устойчивого развития подчиненных органов управления, сил и средств, в том числе

обеспечению финансирования проводимых мероприятий и созданию резервов.

В соответствии с Федеральным законом от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (ст. 4.1 «Координация деятельности органов управления гражданской обороной и сил гражданской обороны») обеспечение координации деятельности органов управления ГО, управления силами и средствами ГО, организации информационного взаимодействия ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций при решении задач в области ГО осуществляют органы повседневного управления (ОПУ):

- на федеральном уровне – Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» (ГУ НЦУКС);
- на региональном уровне – центры управления в кризисных ситуациях главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации (ЦУКС ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации).

В таблице 1.3.3 обобщена полученная информация по:

- руководителям в рамках ГО и РСЧС;
- органам, осуществляющим управление в рамках ГО и РСЧС;
- органам повседневного управления (ОПУ), создаваемым на каждом уровне функционирования.

Таблица 1.3.3 – Руководство, управление и координация деятельности в рамках ГО и РСЧС

Уровень функционирования	Зона ответственности	Руководство в рамках ГО и РСЧС	Управление в рамках ГО и РСЧС	Координация деятельности в рамках ГО и РСЧС
Федеральный	Вся территория и население Российской Федерации	Председатель Правительства Российской Федерации	МЧС России	ГУ НЦУКС МЧС России
	Все территориальные органы, объекты, организации и работники федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ)	Руководители ФОИВ	Уполномоченные структурные подразделения ФОИВ	Органы повседневного управления ФОИВ (информационно-аналитические центры, дежурно-диспетчерские службы)

Уровень функционирования	Зона ответственности	Руководство в рамках ГО и РСЧС	Управление в рамках ГО и РСЧС	Координация деятельности в рамках ГО и РСЧС
Межрегиональный	Территории и население федеральных округов Российской Федерации (ФО)	Полномочные представители и Президента Российской Федерации в ФО	Головные главные управления (ГГУ) МЧС России (по ФО)	ЦУКС головного ГУ МЧС России (по ФО)
Региональный	Территории и население субъектов Российской Федерации (города федерального значения, республики, края, области и т. д.)	Высшие должностные лица субъектов Российской Федерации (губернаторы, главы)	Главные управления (ГУ) МЧС России по субъектам Российской Федерации	ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации
Муниципальный	Территории и население муниципальных образований (городов, городских округов, муниципальных районов и т. д.)	Должностные лица местного самоуправления, возглавляющие местные администрации (главы, мэры)	Уполномоченные структурные подразделения ОМСУ (управления, отделы по делам ГОЧС)	Единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС) муниципальных образований
Объектовый	Территории и работники частных организаций (предприятий, учреждений, объектов и т. д.)	Руководители организаций (директора)	Уполномоченные структурные подразделения (работники) организаций (отделы, специалисты по делам ГОЧС)	Дежурно-диспетчерские службы (ДДС) предприятий, учреждений, объектов

1.4. Организация совместной деятельности органов управления

Советы безопасности.

Совет Безопасности Российской Федерации является высшим конституционным совещательным органом по вопросам национальной безопасности. Президент Российской Федерации по своей должности возглавляет Совет Безопасности. Примерная структура и состав Совета Безопасности Российской Федерации показана на рисунке 1.4.1.



Рисунок 1.4.1 – Структура Совета Безопасности Российской Федерации

Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Министр Российской Федерации по делам ГО, ЧС и ЛПСБ) входит в состав Совета Безопасности Российской Федерации.

Советы безопасности на региональном уровне являются совещательными органами при высших должностных лицах субъектов Российской Федерации, осуществляющими подготовку предложений по вопросам реализации государственной политики в области обеспечения общественной, экологической и других форм безопасности. Начальники главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации входят в состав соответствующих региональных советов безопасности.

Органы управления общегосударственной системы противодействия терроризму (ОГСПТ).

Общегосударственная система противодействия терроризму (ОГСПТ) представляет собой совокупность субъектов противодействия терроризму и нормативных правовых актов, регулирующих их деятельность по выявлению, предупреждению (профилактике), пресечению, раскрытию и расследованию террористической деятельности, минимизации и (или) ликвидации последствий проявлений терроризма (рисунок 1.4.2).



Рисунок 1.4.2 – Схема ОГСПТ

Субъектами противодействия терроризму являются: уполномоченные органы государственной власти (ОГВ); органы местного самоуправления (ОМСУ), в компетенцию которых входит проведение мероприятий по противодействию терроризму; негосударственные организации и объединения; а также граждане, оказывающие содействие ОГВ и ОМСУ в осуществлении антитеррористических мероприятий.

Координацию деятельности по противодействию терроризму, организацию планирования применения сил и средств ФОИВ и их территориальных органов (ТО ФОИВ) по борьбе с терроризмом, а также управление контртеррористическими операциями (КТО) обеспечивают Национальный антитеррористический комитет (НАК), Федеральный оперативный штаб (ФОШ), антитеррористические комиссии (АТК) и оперативные штабы в субъектах Российской Федерации.

Органы управления комплексной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (КСОБЖН).

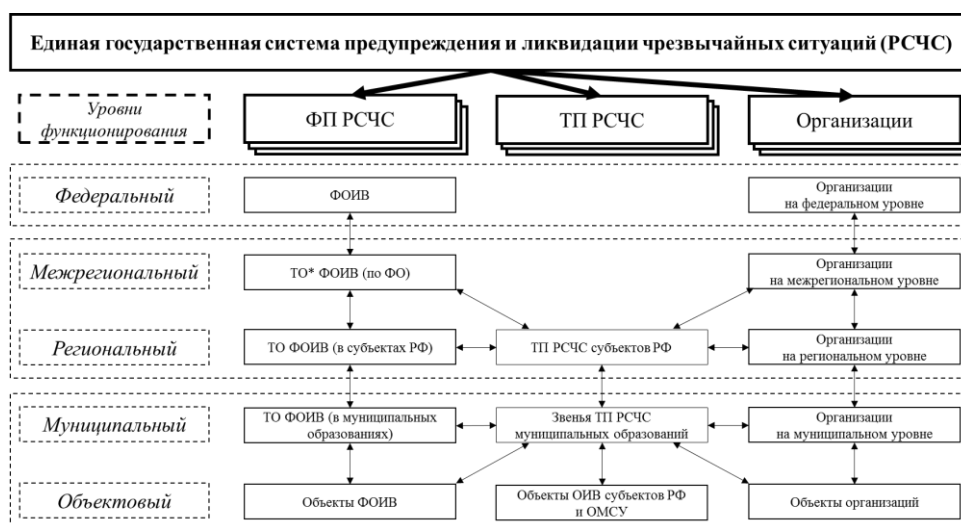
Комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (КСОБЖН) формируется для организации эффективного взаимодействия между всеми существующими органами управления (ГО, РСЧС, ОГСПТ, правоохранительного сегмента и т. д.) путем сопряжения всех существующих и создаваемых информационных и технических систем, в том числе все существующие и перспективные подсистемы АПК «Безопасный город». Концепцией КСОБЖН, разработанной совместно МЧС России, МВД России и ФСБ России, утверждена следующая схема организации управления в рамках КСОБЖН (рисунок 1.4.3).



Рисунок 1.4.3 – Схема организации управления КСОБЖН

Органы управления РСЧС.

РСЧС состоит из функциональных (ФП РСЧС) и территориальных подсистем (ТП РСЧС), рисунок 1.4.4.



* ТО – территориальные органы.

Рисунок 1.4.4 – Структура РСЧС

ФП РСЧС создают ФОИВ и госкорпорации (Росатом, Роскосмос) по своим направлениям деятельности. Полный перечень наименований ФП РСЧС и ФОИВ, которые их создают, определен постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (в приложении к постановлению).

Структура, состав и задачи каждой ФП РСЧС утверждаются соответствующими положениями о них.

Например, МЧС России, по аналогии с другими ФОИВ, создает 4 ФП РСЧС (всего 45 ФП РСЧС), а именно:

- ФП мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС;
- ФП предупреждения и тушения пожаров;
- ФП предупреждения и ликвидации ЧС на подводных потенциально опасных объектах во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации;
- ФП координации деятельности по поиску и спасанию людей на водных объектах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации.

ТП РСЧС создаются в пределах территорий каждого из субъектов Российской Федерации. Состав органов управления, сил и средств ТП РСЧС определяется соответствующими положениями о них, утвержденными постановлениями высших должностных лиц субъектов Российской Федерации. ТП РСЧС включают в себя звенья, которые создаются в границах муниципальных образований (городов и районов), входящих в состав соответствующих субъектов Российской Федерации. На каждом уровне функционирования РСЧС созданы: координационные органы управления; постоянно действующие органы управления и органы повседневного управления (таблица 1.4.1).

Таблица 1.4.1 – Виды органов управления РСЧС

Уровни функционирования РСЧС	Виды органов управления РСЧС		
	Координационные	Постоянно действующие	Повседневного управления
Федеральный	ПКЧС и ОПБ	МЧС России	ГУ НЦУКС
Межрегиональный	ПКЧС и ОПБ	ГГУ МЧС (ФО)	ЦУКС ГГУ МЧС (ФО)
Региональный	КЧС и ОПБ	ГУ МЧС	ЦУКС ГУ МЧС
Муниципальный	КЧС и ОПБ	ГОЧС	ЕДДС МО
Объектовый	КЧС и ОПБ	ГОЧС	ДДС

Примечание: ПКЧС и ОПБ – Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности. КЧС и ОПБ – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности. ГГУ МЧС (ФО) – головное Главное управление МЧС России, расположенное в субъекте Российской Федерации, в котором находится центр соответствующего федерального округа. ГУ МЧС – Главное управление МЧС России по субъекту Российской Федерации. ГОЧС – органы, специально уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от ЧС. ГУ НЦУКС – Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России. ЦУКС ГУ (ФО) – центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России, расположенного в субъекте Российской Федерации, в котором находится центр соответствующего федерального округа. ЦУКС ГУ МЧС – центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по субъекту Российской Федерации. ЕДДС МО – единая дежурно-диспетчерская служба муниципального образования. ДДС – дежурно-диспетчерская служба (объекта).

Подробнее с организацией деятельности органов управления РСЧС предлагается ознакомиться в учебном пособии «Управление техносферной безопасностью» [Сергеев И.Ю., Шмырёва М.Б., Николаев Г.А., Бояринова С.П. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2023. – 200 с.]

Введение режимов функционирования и установление уровней реагирования для органов управления и сил РСЧС.

Режим функционирования – это определяемые в зависимости от обстановки, прогнозирования угрозы или возникновения чрезвычайной ситуации, порядок организации деятельности, а также основных проводимых мероприятий.

При отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах, территориях или акваториях органы управления и силы РСЧС функционируют в режиме **ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**.

В зависимости от складывающейся обстановки КЧС и ОПБ своим решением может рекомендовать высшему должностному лицу (субъекта Российской Федерации, ОМСУ, организации) ввести один из следующих режимов функционирования:

- режим **ПОВЫШЕННОЙ ГОТОВНОСТИ** – при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;
- режим **ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ** – при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основными мероприятиями, проводимыми органами управления и силами РСЧС в режиме **ПОВЫШЕННОЙ ГОТОВНОСТИ** являются:

- усиление: контроля за состоянием окружающей среды; мониторинга опасных природных явлений и техногенных процессов, способных привести к возникновению ЧС; прогнозирования ЧС; а также предварительная оценка их социально-экономических последствий;
- введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил РСЧС на стационарных пунктах управления (ПУ);
- непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам РСЧС данных о прогнозируемых ЧС, информирование населения об угрозе ЧС;
- принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития ЧС, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в условиях ЧС;
- уточнение планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС и иных документов;
- приведение при необходимости сил и средств РСЧС в готовность к реагированию на ЧС, формирование оперативных групп (ОГ) и организация выдвижения их в предполагаемые районы действий;

– восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации ЧС;

– проведение при необходимости эвакуационных мероприятий.

К примеру, довольно распространенной ошибкой является мнение, когда считают, что режим функционирования вводится решением КЧС и ОПБ. Это противоречит требованиям Федерального закона № 68-ФЗ. Режим функционирования вводится только постановлением высшего должностного лица субъекта Российской Федерации (муниципального образования, организации) на основании соответствующих рекомендаций КЧС и ОПБ.

При введении режима функционирования постановлением высшего должностного лица субъекта Российской Федерации (муниципального образования, организации) в обязательном порядке должен устанавливаться один из следующих уровней реагирования: объектовый; местный; региональный; федеральный; особый.

Введение степеней боевой готовности (БГ).

Предусмотрены следующие степени боевой готовности (БГ):

- БГ «ПОСТОЯННАЯ»;
- БГ «ПОВЫШЕННАЯ»;
- БГ «ВОЕННАЯ ОПАСНОСТЬ»;
- БГ «ПОЛНАЯ».

В мирное время БГ «ПОСТОЯННАЯ» обеспечивает своевременный перевод деятельности органов управления, сил и средств с мирного на военное положение. При этом органы управления поддерживаются в готовности к выполнению мероприятий по приведению в высшие степени боевой готовности: «ПОВЫШЕННАЯ», «ВОЕННАЯ ОПАСНОСТЬ», «ПОЛНАЯ». С нарастанием угрозы войны степень БГ повышается путем выполнения комплекса организационных, мобилизационных, технических и других мероприятий в установленные планами сроки.

Установление уровней террористической опасности.

В соответствии с Федеральным законом от 06.03.2006 № 35-ФЗ «О противодействии терроризму» могут устанавливаться следующие уровни террористической опасности:

ПОВЫШЕННЫЙ («синий») – при наличии требующей подтверждения информации о реальной возможности совершения террористического акта.

ВЫСОКИЙ («желтый») – при наличии подтвержденной информации о реальной возможности совершения террористического акта.

КРИТИЧЕСКИЙ («красный») – при наличии информации о совершенном террористическом акте либо о совершении действий, создающих непосредственную угрозу террористического акта.

Организация информационного обмена.

МЧС России в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 24.03.1997 № 334 «О Порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»:

- координирует работу органов управления по сбору и обмену оперативной информацией;
- осуществляет сбор и обработку представляемой оперативной информации;
- представляет в Правительство Российской Федерации оперативную информацию о ЧС и принимаемых мерах по их ликвидации;
- ведет учет ЧС;
- устанавливает критерии информации о ЧС.

Документы, предоставляемые органами управления по оперативной информации.

Вся оперативная информация подразделяется на:

1. Оперативную информацию при:
 - угрозе возникновения ЧС;
 - возникновении ЧС;
 - реагировании на техногенные пожары.
 2. Ежедневную отчетную информацию (об общем состоянии оперативной обстановки).
 3. Срочную информацию (например, происшествия с личным составом).
- Приказом МЧС России от 11.01.2021 № 2 «Об утверждении Инструкции о сроках и формах представления информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определены сроки и формы представления информации в МЧС России.

Оперативная информация представляется по формам:

- 1/ЧС «Донесение об угрозе (прогнозе) ЧС»;
- 2/ЧС «Донесение о факте и основных параметрах ЧС»;
- 3/ЧС «Донесение о мерах по защите населения и территорий, ведении АСДНР»;
- 4/ЧС «Донесение о силах и средствах, задействованных для ликвидации ЧС»;
- 5/ЧС «Итоговое донесение о ЧС».

На основании требований приказа МЧС России от 30.09.2022 № 944 «Об утверждении Регламента обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения пожарной безопасности в системе МЧС России» оперативная информация представляется в соответствии с:

- Перечнем документов по оперативной информации (приложение № 1 к Регламенту)
- и формами (образцами) документов по оперативной информации (приложение № 2 к Регламенту).

Форма ИНФ Старшему оперативному дежурному МЧС России ДОНЕСЕНИЕ* по обстановке, сложившейся в результате (наименование ситуации) в (наименование субъекта РФ) (по состоянию на _____._____.20__) _____.20__ наименование субъекта РФ, населенный пункт. В _____.20__ в _____ районе в ____ км. от н.п. _____ на (наименование объекта), произошло (описание ситуации). В результате (указанной ситуации) пострадало ____ человек, из них ____ детей, в том числе ____ человека погибло, из них ____ детей, ____ человек госпитализированы в (указание медицинских организаций, состояние пострадавших), ____ пострадавшим помощь оказана амбулаторно. Частная обстановка На место убыли: (наименование подразделения) в количестве ____ чел., ____ ед. тех., старший – (звание, Ф.И.О.), тел. _____; (перечисление подразделений первого звена) По прибытии первого подразделения на место и уточнения обстановки установлено, что (краткое описание первичной обстановки на месте ЧС, возможных причин возникновения, последствий, дополнительных сведений по ущербу, пострадавшим и гражданам (в т.ч. граждан иностранных государств с указанием ФИО и гражданства), нуждающимся в оказании всесторонней помощи). На месте ЧС (происшествия) организована работа (перечисление органов управления и сил, привлеченных к ликвидации ЧС, описание проводимых мероприятий по ликвидации ЧС и оказанию всесторонней помощи населению). В готовность к реагированию приведены (перечисление подразделений, приведенных в готовность, в том числе от межрегиональной составляющей и соседних субъектов). На базе (наименование органа управления) организована работа ОПП (наименование штаба, количество человек, старший) и телефона доверия (наименование, контактный телефон). Проведено заседание КЧС и ОПБ (наименование органа управления, на базе которого проведено заседание) по вопросам (перечисление), на котором были приняты решения по (перечисление). По состоянию на 06.00 _____.20__ (указание текущей обстановки и сведений о ходе ликвидации ЧС). На _____.20__ запланировано (перечисление мероприятий, спланированных на текущие сутки).	Всего привлечено: ____ человек, ____ единиц техники, из них от МЧС России – ____ человек, ____ единицы техники. Метеообстановка: температура воздуха +/- ____°С, ветер (направление), (скорость) м/с, (осадки). Старший оперативный дежурный ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации звание/специальное звание « _____ » _____.20__ г. Инициалы, Фамилия _____.20__ г. *Форма ИНФ представляется, в том числе при возникновении (угрозе возникновения) происшествия (не криминального характера), непонятого под критерии¹ информации о чрезвычайных ситуациях, на туристских маршрутах и (или) в местах организованного отдыха, характеризующееся наличием одного из следующих условий: 1) гибелью от 2 и более человек и (или) травмированием от 4 и более человек; 2) гибелью от 1 и более несовершеннолетних; 3) имеющего общественный резонанс. ¹ Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (зарегистрировано Минюстом России 16.09.2021, регистрационный № 65025).
---	---

Рисунок 1.4.5 – Форма донесения по оперативной обстановке (ИНФ)

Помимо этого, в каждом субъекте Российской Федерации утверждается отдельный табель срочных донесений (ТСД) по вопросам ГО, ЗНТЧС и ОПБ.

ТСД субъекта Российской Федерации утверждается нормативно-правовым актом субъекта Российской Федерации (закон субъекта Российской Федерации, постановление Правительства субъекта Российской Федерации, указ или распоряжение высшего должностного лица субъекта Российской Федерации) и представляет перечень документов, представляемых в рамках ТП РСЧС субъекта Российской Федерации по оперативной обстановке, а также документов, разрабатываемых ежемесячно, ежеквартально, ежегодно по показателям в области ГО, ЗНТЧС и ОПБ.

1.5. Классификация и критерии чрезвычайных ситуаций, обусловленных радиационной, химической и биологической обстановкой

Классификация ЧС в зависимости от масштаба развития.

В своей деятельности органы управления руководствуются классификацией ЧС природного и техногенного характера (по масштабу), которая определена постановлением Правительства Российской Федерации от 21.05.2007 № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (таблица 1.5.1).

Таблица 1.5.1 – Классификация ЧС природного и техногенного характера (по масштабу)

Характер ЧС	Зона ЧС	И при этом выполняются условия:	
		или погибли и (или) получили ущерб здоровью:	или материальный ущерб составляет:
ЧС локального характера	не выходит за пределы территории организации (объекта)	не более 10 чел.	не более 376,2 тыс. руб.
ЧС муниципального характера	не выходит за пределы территории одного муниципального образования	не более 50 чел.	не более 18,810 млн руб.
ЧС межмуниципального характера	охватывает территорию двух и более муниципальных образований		
ЧС регионального характера	не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации	свыше 50 чел., но не более 500 чел.	свыше 18,810 млн руб., но не более 1,881 млрд руб.
ЧС межрегионального характера	охватывает территорию двух и более субъектов Российской Федерации		свыше 188,1 млн руб., но не более 1,881 млрд руб.
ЧС федерального характера	-	свыше 500 чел.	свыше 1,881 млрд руб.

Таким образом, данная классификация основана на оценке масштаба ЧС исходя из территории распространения (зона ЧС) и причиненного ущерба.

Классификация ЧС в зависимости от источника возникновения.

В соответствии с приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» все возможные ЧС в зависимости от источника их возникновения делятся на:

- ЧС техногенного характера;
- ЧС природного характера, в том числе биологические опасности.

До 2022 г. в классификацию ЧС входили террористические акты (в настоящее время исключены). С этого же момента «ЧС биолого-социального характера» были переквалифицированы в «биологические опасности» (в соответствии с приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 включены в раздел «ЧС природного характера»).

Критерии отнесения информации к ЧС.

Критерии отнесения оперативной информации к ЧС утверждены приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».

В общей сложности разработаны критерии отнесения оперативной информации к ЧС по 68 рискам, в том числе связанным с осложнением возможной РХБ обстановки:

- выбросом опасных химических веществ (ОХВ);
- авариями на объектах водоснабжения и очистных сооружениях;
- разливами нефтепродуктов;
- авариями на гидротехнических сооружениях (ГТС);
- радиационными авариями;
- выбросами микроорганизмов;
- другими биологическими опасностями.

Критерии ЧС, обусловленных авариями с выбросом опасных химических веществ (ОХВ).

Аварии с ОХВ на транспорте могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- допущено разовое превышение загрязнения почвы с превышением ПДК в 5 раз и более;
- или допущено разовое превышение ПДК опасного химического вещества в водном объекте (1-2 класса опасности – в 5 раз и более; 3-4 класса опасности – в 50 раз и более);

– или допущено разовое превышение ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в 50 раз и более (или в 30–49 раз в течение 8 ч; или в 20–29 раз в течение 2 сут).

Аварии с ОХВ на производстве могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- погиб 1 человек и более;
- или получили вред здоровью 5 человек и более;
- или нарушены условия жизнедеятельности 50 человек и более;
- или произошло разовое загрязнение почвы с превышением ПДК в 5 раз и более;

- или произошло разовое превышение ПДК опасного химического вещества в водном объекте (1-2 класса опасности – в 5 раз и более; 3-4 класса опасности – в 50 раз и более);

- или допущено разовое превышение ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в 50 раз и более (или в 30–49 раз в течение 8 ч; или в 20–29 раз в течение 2 сут).

Аварии с боевыми отравляющими веществами (БОВ) могут быть отнесены к ЧС при любом факте.

Аварии на объектах водоснабжения могут быть отнесены к ЧС, если в результате нарушены условия жизнедеятельности 50 человек и более на 1 сут и более.

Аварии на очистных сооружениях могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- допущено разовое превышение ПДК загрязняющего вещества в принимающем сточные воды водном объекте в 50 раз и более;

- или допущено нарушение условий жизнедеятельности 50 человек и более на 1 сут и более;

- или допущено разовое превышение ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе за границами санитарно-защитной зоны в 50 раз и более (или в 30–49 раз в течение 8 ч; или в 20–29 раз в течение 2 сут).

Критерии ЧС, обусловленных авариями с разливом нефти и нефтепродуктов.

Аварии с разливом нефти могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- допущен разлив нефти на сухопутной части территории в объеме 5 т и более;

- или допущено загрязнение водного объекта нефтью (нефтепродуктами) в объеме 1 т и более;

- или допущено загрязнение источника питьевого водоснабжения в границах зоны санитарной охраны.

Критерии ЧС, обусловленных радиационными авариями.

Аварии на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ) могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- прогнозируемые уровни (предполагаемая доза) облучения населения при аварии за короткий срок (2 сут) превышают уровни на: все тело – 1 Гр; легкие – 6 Гр; кожу – 3 Гр; щитовидную железу – 5 Гр; хрусталик глаза – 2 Гр; гонады – 3 Гр; плод – 0,1 Гр;

- или при хроническом облучении годовые поглощенные дозы превышают значения на: гонады – 0,2 Гр; хрусталик глаза – 0,1 Гр; красный костный мозг – 0,4 Гр;

- или требуется укрытие населения в начальный период аварии (предотвращаемая доза облучения за первые 10 сут превышает 50 мГр на все тело или 500 мГр на щитовидную железу, легкие, кожу);

- или мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) на расстоянии 1 м от поверхности земли в среднем по территории составляет 100 мкЗв/ч и более;

- или объявлено состояние «Аварийная обстановка» (в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии).

Загрязнения открытых источников водоснабжения радиоактивными веществами могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- допущен более чем 50 УВ (уровень вмешательства) при отсутствии альтернативных источников водоснабжения;

- или допущен более чем 100 УВ при наличии альтернативных источников водоснабжения;

- или допущено долговременное загрязнение (в течение года) открытых водоемов, имеющих водохозяйственное значение.

Радиологические аварийные ситуации с источниками ионизирующего излучения (ИИИ) могут быть отнесены к ЧС, если в результате соотношение $(A/D) > 1000$, где A – активность источника, D – значение величины нормирующего фактора.

Критерии ЧС, обусловленных авариями с выбросом патогенных для человека микроорганизмов.

Аварии с выбросом патогенных для человека микроорганизмов на предприятиях, транспорте и в научно-исследовательских учреждениях (лабораториях) могут быть отнесены к чрезвычайным ситуациям при любом факте выброса веществ, содержащих возбудителей инфекционных заболеваний людей I и II групп патогенности и опасных заболеваний животных.

Критерии ЧС, обусловленных гидродинамическими авариями.

Аварии на гидротехнических сооружениях (ГТС) могут быть отнесены к ЧС, если в результате:

- погиб 1 человек и более; или получили вред здоровью 5 человек и более; или имеются разрушения зданий и сооружений; или нарушены условия жизнедеятельности 50 человек и более;
- или произошло разовое превышение ПДК опасного вещества за границами санитарно-защитной зоны водного объекта в 50 раз и более.

Критерии ЧС, обусловленных биологическими опасностями.

К биологическим опасностям относится наличие внутренних и внешних опасных биологических факторов, способных привести к возникновению и (или) распространению заболеваний с развитием:

- эпидемий;
- массовых отравлений;
- эпизоотий;
- эпифитотий.

Формирование критериев информации об отнесении биологических опасностей к ЧС входит в компетенцию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), а также Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор).

1.6. Контрольные вопросы по первой главе

1. Что такое РХБ защита?
2. Привести конкретные примеры аварий, катастроф, стихийных бедствий, опасных заболеваний, связанных с РХБ обстановкой.
3. Что понимается под терминами «ущерб здоровью людей», «материальный ущерб», «ущерб окружающей среде»? Привести конкретные примеры, связанные с РХБ обстановкой.
4. Что означает термин «нарушение условий жизнедеятельности»? Привести несколько конкретных примеров, связанных с РХБ обстановкой.
5. Что такое «гражданская оборона»? Дать определение.
6. Что относится к задачам ГО? Кратко перечислить все 15 задач. Какие задачи связаны с РХБ обстановкой?

7. Как организовано руководство, управление и координация в рамках ГО и РСЧС (привести конкретные примеры должностных лиц и органов управления) при решении задач по РХБ защите?

8. На примере случайно выбранной задачи ГО постараться кратко описать каким образом она решается на уровне Правительства Российской Федерации, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций.

9. Что такое Правительство Российской Федерации? Кто им руководит? Кто входит в состав Правительства Российской Федерации?

10. Кто является Председателем Правительства Российской Федерации?

11. Что относится к силам ГО и РСЧС? Привести конкретные примеры подразделений и формирований, входящих в состав сил ГО и РСЧС.

12. Что такое «единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»? Дать определение. Привести конкретные примеры ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций.

13. Кто руководит ГО и РСЧС на федеральном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях? Привести конкретные примеры должностных лиц на каждом уровне.

14. Перечислить уровни функционирования ГО и РСЧС, режимы функционирования органов управления.

15. Какая классификация ЧС по характеру (масштабу) принята в Российской Федерации?

16. Чем отличаются ЧС федерального, межрегионального, регионального, муниципального и локального характера?

17. Какие виды ЧС принято выделять исходя из источника их возникновения?

18. Привести несколько конкретных примеров функциональных подсистем РСЧС.

19. Привести несколько конкретных примеров территориальных подсистем РСЧС.

20. В чем заключается порядок сбора и обмена в Российской Федерации оперативной информацией в области ГО и ЗНТЧС?

21. Для чего разработаны критерии отнесения информации к ЧС и как они применяются в практической деятельности органов управления?

22. Привести несколько примеров критериев отнесения к ЧС оперативной информации о складывающейся РХБ обстановке.

23. Что представляют собой эпизоотии и эпифитотии? Приведите примеры.

24. В чем заключается физический смысл величины «мощность амбиентного эквивалента дозы»?

25. По каким критериям радиологические аварийные ситуации с источниками ионизирующего излучения могут быть отнесены к чрезвычайным ситуациям?

26. Какие полные наименования имеют формы 1/ЧС, 2/ЧС, 3/ЧС, 4/ЧС, 5/ЧС?

27. На какие виды подразделяется оперативная информация в соответствии с Регламентом обмена, утвержденным приказом МЧС России?

ГЛАВА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗМОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ХИМИЧЕСКИМИ АВАРИЯМИ И ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Цель изучения: научиться применять методики по выявлению, оценке и прогнозированию основных параметров химической обстановки для дальнейшего совершенствования защитных мероприятий.

Учебные вопросы:

- 2.1. Предмет прогнозирования ЧС.
- 2.2. Методики выявления и оценки химической обстановки при химических авариях.
- 2.3. Химическое оружие.
- 2.4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ).
- 2.5. Разновидности специальной техники и оборудования для проведения дезактивации, дегазации, дезинфекции и санитарной обработки.

Основные нормативно-правовые акты:

1. Приказ МЧС России от 31.10.2023 № 1115 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
2. Свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне».
3. Методические рекомендации МЧС России по ликвидации последствий радиационных и химических аварий, 2004 г., под общей редакцией В.А. Владимирова.

2.1. Предмет прогнозирования чрезвычайных ситуаций

Прогнозирование ЧС – это исследовательский процесс, в результате которого получают данные о параметрах возможной оперативной обстановки с целью использования для разработки (обоснования) практических мероприятий по: снижению человеческих потерь, материального ущерба и ущерба окружающей среде.

К настоящему времени создан арсенал методов прогноза рисков ЧС. По назначению их можно разделить на два вида:

- методы прогнозирования возникновения ЧС;

- методы прогнозирования последствий ЧС.

Для краткосрочного прогнозирования (дни, часы) используется вероятностный подход, опирающийся на оперативную информацию, получаемую от сети наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК).

Методы прогнозирования последствий ЧС (по времени) можно разделить на методы, основанные на:

- априорных (предполагаемых) оценках, полученных с помощью теоретических моделей и аналогий;
- апостериорных оценках (на основе анализа произошедших ЧС).

Методы прогнозирования последствий ЧС делятся на:

- экспериментальные, основанные на обработке данных произошедших чрезвычайных ситуаций;
- расчетные, основанные на использовании только математических моделей;
- расчетно-экспериментальные, когда статистические данные обрабатывают с помощью математических моделей.

Конечной целью прогнозирования ЧС является разработка комплекса предупредительных мероприятий. Алгоритм прогнозирования ЧС представлен на рисунке 2.1.1.



Рисунок 2.1.1 – Алгоритм прогнозирования ЧС

Выполнение данного алгоритма на первоначальном этапе представляет собой процедуру определения перечня рисков ЧС и формирования на его основе реестра источников ЧС, а также оценку предполагаемых опасных зон.

На основе анализа рисков может быть сформирован примерный перечень предупредительных мероприятий с учетом особенностей территории для которой разрабатывается прогноз ЧС.

В дальнейшем, при получении неблагоприятного (опасного) прогноза (например, получение прогноза Росгидромета о прохождении комплекса неблагоприятных метеоусловий (КНМЯ)) или на основе полученных оперативных данных систем мониторинга, еще до возникновения ЧС проводится работа по уточнению перечня предупредительных мероприятий и назначение ответственных должностных лиц, а также расчет необходимых сил и средств для выполнения предупредительных мероприятий.

Практическое выполнение спланированных мероприятий контролируется через системы мониторинга и оперативные группы (ОГ).

В целях усиления контроля за выполнением комплекса предупредительных мероприятий и задействования необходимых сил и средств вводится режим **ПОВЫШЕННОЙ ГОТОВНОСТИ**.

Таким образом, оценку эффективности прогноза ЧС целесообразно осуществлять на основе анализа результатов выполнения перечня рекомендованных предупредительных мероприятий, что в конечном итоге приведет к снижению человеческих потерь, материального ущерба, нарушений условий жизнедеятельности и ущерба окружающей среде.

Функциональная подсистема РСЧС по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций.

Необходимость и порядок создания в Российской Федерации государственной системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций были определены распоряжением Президента Российской Федерации от 23.03.2000 № 86-рп «О создании системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Функциональная подсистема «мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (МП ЧС) является примером одной из функциональных подсистем РСЧС (ФП РСЧС).

Положение о ФП МП ЧС утверждено приказом МЧС России от 31.10.2023 № 1115 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

ФП МП ЧС призвана объединить усилия ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации, ОМСУ и организаций в области мониторинга и прогнозирования ЧС с целью минимизации возможных социально-экономических последствий.

К силам и средствам ФП МП ЧС относятся:

на федеральном уровне:

- Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России» (центр «Антистихия»);

- ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ВНИИ ГОЧС);

- учреждения и организации МЧС России, уполномоченные на проведение работ в области мониторинга и прогнозирования ЧС;

на межрегиональном и региональном уровнях:

- оперативные дежурные смены (ОДС) центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации;

- территориальные центры мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ТЦМП ЧС);

- учреждения и организации МЧС России, уполномоченные на проведение работ в области мониторинга и прогнозирования ЧС на территории субъектов Российской Федерации;

- специальные центры и учреждения, подведомственные ОГВ субъектов Российской Федерации и ОМСУ.

Правительство Российской Федерации возложило на МЧС России организацию и координацию работы по прогнозированию вероятности возникновения ЧС природного и техногенного характера, моделированию, районированию территорий по наличию потенциально опасных производств, природных угроз, разработке и внедрению нормативных показателей степени риска на объектах экономики и территориях. Для этих целей в ЦУКС главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации могут создаваться отделы мониторинга и прогнозирования ЧС.

На муниципальном уровне координацию деятельности в области мониторинга и прогнозирования ЧС обеспечивают единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований (ЕДДС), а в организациях – дежурно-диспетчерские службы организаций (ДДС).

Программно-техническую основу деятельности специалистов ТЦМП ЧС составляют методики оценки обстановки, автоматизированные системы мониторинга взаимодействующих министерств, ведомств, территориальных органов власти и организаций (предприятий) в соответствии со сферами их деятельности и ответственности.

Системы мониторинга комплексно используются для получения данных о состоянии: радиационной, химической, биологической, экологической, метеорологической, сейсмологической, гидрологической, лесопожарной обстановки, состоянии энергетических, теплогенерирующих, промышленных систем, обстановки на автомобильном, железнодорожном, водном, воздушном транспорте и т. д.

Основу прогнозирования ЧС составляют многочисленные научные методики, направленные на выявление и оценку различных параметров оперативной обстановки по характерным рискам. Многие научные методики применяются в практической деятельности органов управления в виде компьютерных программ и расчетно-программных комплексов.

2.2. Методики выявления и оценки химической обстановки при химических авариях

Потенциально опасные объекты (ПОО).

В нормативно-правовой базе используются два наиболее распространенных определения ПОО:

ПОО – это объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек.

ПОО – это объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации.

В промышленном производстве в Российской Федерации функционирует свыше 4 тыс. ПОО, из них более 700 являются критически важными объектами (КВО).

В зависимости от вида опасных веществ, используемых на предприятиях, потенциально опасные объекты подразделяются на ядерно, радиационно, химически опасные предприятия, а также гидросооружения, которые тоже могут стать источником опасности. Наибольшую угрозу для жизни и здоровья людей представляют химически опасные (ХОО), пожаровзрывоопасные (ПЖВО), ядерно и радиационно опасные объекты (РОО).

ПОО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них подразделяются на четыре класса опасности:

- I класс опасности – чрезвычайно высокой опасности;
- II класс опасности – высокой опасности;
- III класс опасности – средней опасности;
- IV класс опасности – низкой опасности.

Химически опасные объекты.

Анализ ЧС, возникших на территории Российской Федерации, показывает, что основными источниками возникновения ЧС являются аварии на предприятиях, использующих аварийные химические опасные вещества (АХОВ).

Помимо этого, развитие и ухудшение химической обстановки необходимо учитывать при возможных авариях и ЧС на:

- пожаро-взрывоопасных объектах (ПЖВО);
- объектах добычи, транспортировки, переработки, хранения нефти и нефтепродуктов, на промысловых и магистральных нефтепроводах и газопроводах;
- объектах жизнеобеспечения (теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, энергоснабжения);
- всех видах транспорта (автомобильном, железнодорожном, воздушном, водном);
- промышленных предприятиях и в жилом секторе в случае пожаров и взрывов;
- сооружениях, горных выработках, шахтах вследствие производственных аварий и обрушения зданий;
- ХОО, которым угрожают природные пожары (лесные, торфяные, ландшафтные), подтопления (затопления), опасные метеорологические явления и их сочетания.

В настоящее время функционирует более тысячи предприятий, имеющих ХОО. Число опасных производственных объектов (ОПО) химического комплекса составляет более 3 тыс., в том числе:

- химически опасные производственные объекты;
- хлорные объекты системы водоподготовки;
- объекты целлюлозно-бумажных производств;
- аммиачно-холодильные установки;
- объекты производства и потребления продуктов разделения воздуха, криогенно-вакуумной техники, обращения углекислоты;

- спиртовые производства;
- маслоэкстракционные производства;
- склады и базы хранения и отгрузки химически опасных и взрывоопасных веществ;
- другие производства, связанные с обращением или хранением токсичных, взрывопожароопасных, а также других веществ, которые могут образовывать пылевоздушные или парогазовые опасные смеси.

Обозначение опасных химических грузов показано на рисунке 2.2.1.



Рисунок 2.2.1 – Обозначения опасных химических грузов

Прогнозирование масштабов возможного химического заражения.

К методикам по выявлению и оценке химической обстановки относятся:

1. Методика прогнозирования масштабов возможного химического заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при авариях на химически опасных объектах (ХОО) и транспорте *(полный текст данной методики и все необходимые для работы справочные таблицы приведены в своде правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне», приложение Б).*

2. Методика расчета сил и средств, необходимых для локализации и обезвреживания источника химического заражения *(полный текст данной методики и все необходимые для работы справочные таблицы приведены в методических рекомендациях МЧС России по ликвидации последствий радиационных и химических аварий, 2004 г., под общей редакцией В.А. Владимирова, часть 2, приложение 44).*

Методика прогнозирования масштабов возможного химического заражения.

Данная методика позволяет осуществлять прогнозирование масштабов возможного химического заражения при авариях на технологических емкостях и хранилищах, при транспортировке железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта, а также в случае полного разрушения ХОО.

Масштабы возможного химического заражения АХОВ, в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния в емкостях, хранилищах и технологическом оборудовании, рассчитывают по первичному и вторичному облаку (*например, для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку; для сжатых газов – только по первичному облаку; для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды – только по вторичному облаку*).

К основным исходным данным для прогнозирования масштабов возможного химического заражения АХОВ относятся:

- вид и количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, а также характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», «в поддон» или «в обваловку»);
- метеорологические условия.

При заблаговременном прогнозировании масштабов возможного химического заражения на случай возможных производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимать за величину выброса АХОВ – количество АХОВ в максимальной по объему единичной емкости (технологической, складской, транспортной и др.), а при военных конфликтах для планирования мероприятий ГО за величину выброса АХОВ следует принимать общий запас АХОВ на объекте; метеорологические условия – изотермия, скорость ветра – 3 м/с; температура воздуха – 20 °С. *Например, при авариях на газо- и продуктопроводах значение выброса АХОВ должны принимать равным максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими запорными устройствами, например, для аммиакопроводов – 275–500 т.*

Для оперативного прогнозирования масштабов возможного химического заражения при угрозе или непосредственно после аварии должны приниматься конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ, реальные метеоусловия, а также иные исходные данные, которые доступны на момент прогнозирования.

Толщину слоя жидкости h для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимают равной 0,05 м по всей площади разлива. Для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку – определяют по формулам.

Предельное время пребывания людей в зоне химического заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорости ветра) составляет 4 ч. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

В соответствии с методикой: глубина зоны возможного химического заражения не превышает 20 км.

Нанесение химической обстановки на картографическую основу.

Зона возможного химического заражения облаком АХОВ наносится на картах-схемах в виде окружности (полуокружности или сектора, в зависимости от скорости ветра) с радиусом, равным глубине (Γ) зоны возможного химического заражения.

Центр окружности (полуокружности, сектора) совпадает с источником химического заражения (рисунок 2.2.1).

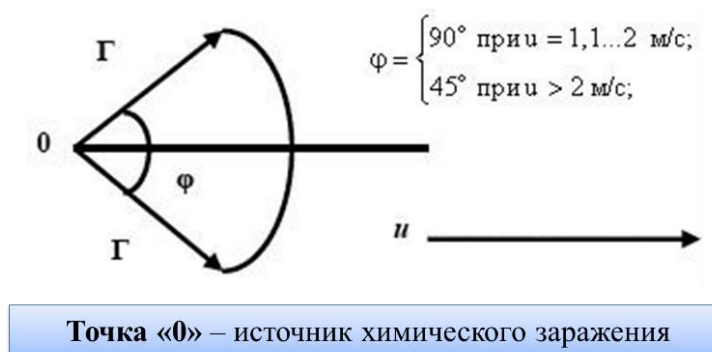


Рисунок 2.2.1 – Обозначение зоны химического заражения на карте

Методика расчета сил и средств, необходимых для локализации и обезвреживания источника химического заражения.

Методикой предусмотрены 7 основных способов локализации и обезвреживания разлива АХОВ:

1. Постановка водяных (жидкостных) завес (рисунок 2.2.2).
2. Разбавление (водой).
3. Обезвреживание (раствором).
4. Локализация твердыми сыпучими материалами (песок).
5. Обвалование, т. е. создание насыпи по периметру границы разлива.
6. Сбор жидкой фазы АХОВ в «прямоук-ловушку».
7. Засыпка жидкой фазы АХОВ грунтом и сорбирующими материалами.

Расчет сил и средств, необходимых для локализации и обезвреживания источника химического загрязнения выполняется, исходя из типа аварии, вида АХОВ, условий выполнения работ и имеющихся возможностей.

На основе выбранных способов локализации и обезвреживания производится расчет сил и средств, необходимых для выполнения этих работ в данных условиях и при имеющихся возможностях.



Рисунок 2.2.2 – Постановка жидкостной завесы

Расчет сил и средств производится по каждому способу локализации и обезвреживания в отдельности. Суммарное количество необходимых сил и средств определяется с учетом последовательности выполнения операций.

В методике приведена последовательность расчета сил и средств для проведения поисково-спасательных работ (ПСР) при авариях на ХОО.

2.3. Химическое оружие

Химическое оружие (ХО) – оружие массового поражения, действие которого основано на токсических свойствах боевых отравляющих веществ (БОВ), и средства их применения: артиллерийские снаряды, ракеты, мины, авиационные бомбы, газометы, системы баллонного газопуска, выливные авиационные приборы, гранаты, шашки.



Рисунок 2.3.1 – Химическое оружие

13 января 1993 г. в Париже была заключена «Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении». Но как показывает история развития ХО, нельзя не учитывать вероятность его применения, особенно в локальных конфликтах.

Классификация ХО.

ХО различают по следующим характеристикам:

- характеру физиологического воздействия БОВ на организм человека;
- тактическому назначению;
- скорости наступающего воздействия;
- стойкости применяемого БОВ;
- средствам и способам применения.

Боевые отравляющие вещества (БОВ) смертельного действия.

БОВ нервно-паралитического воздействия направлены на быстрый и массовый вывод личного состава из строя с большим числом смертельных исходов.

БОВ кожно-нарывного действия наносят поражение главным образом через кожные покровы, а при применении их в виде аэрозолей и паров – также и через органы дыхания.

БОВ общеядовитого действия, попадая в организм, нарушают передачу кислорода из крови к тканям (это одни из самых быстродействующих БОВ).

БОВ удушающего действия поражают, главным образом, легкие.



Рисунок 2.3.2 – Классификация БОВ

БОВ психохимического действия воздействуют на центральную нервную систему, нарушают нормальную психическую деятельность человека или вызывают такие расстройства, как временная слепота, глухота, чувство страха, ограничение двигательных функций. Но отравление этими веществами в дозах, вызывающих нарушения психики, не приводит к смерти.

БОВ раздражающего действия (ирританты) относятся к быстросействующим. В то же время их действие, как правило, кратковременно, поскольку после выхода из зараженной зоны признаки отравления проходят через 1–10 мин. К БОВ раздражающего действия относятся слезоточивые вещества, вызывающие обильное слезотечение, чихание, раздражающее дыхательные пути, а также могут воздействовать на нервную систему и вызывать поражения органов.

Оценка эффективности воздействия отравляющих веществ (ОВ).

Концентрация ОВ (C) – это количество вещества, содержащееся в единице объема среды (воздух, вода, грунт, материалы), имеет размерность г/м³ или мг/м³.

Токсическая доза ОВ (D) – это степень отравления, вызывающая токсический эффект.

В зависимости от пути поступления в организм различают следующие виды токсодоз:

- кожно-резорбтивные;
- пероральные;
- ингаляционные.

Токсодоза D при ингаляционном типе воздействия рассчитывается по формуле

$$D = Ct, \quad (2.3.1)$$

где t – время пребывания человека в зоне химического заражения, мин.

Ингаляционные токсодозы измеряются в мг/см³, кожно-резорбтивные и пероральные токсодозы – в мг/кг (мг на кг веса).

Токсодозы по степени воздействия подразделяются на:

- смертельные – L (LD – кожно-резорбтивные и пероральные, LCt – ингаляционные);
- выводящие из строя – I (ID , ICt);
- пороговые – P (PD , PCt).

При оценке эффективности ОВ используют числовые значения токсодоз, приводящие к поражению в 50 % случаев LD_{50} , ID_{50} , PD_{50} , LCt_{50} , ICt_{50} , PCt_{50} (средние смертельные, средние выводящие из строя, средние пороговые).

2.4. Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания и глаз.

СИЗ глаз – очки противоожоговые фототропные, предназначенные для защиты глаз от ожоговых поражений и ослепления световым излучением ядерного взрыва, путем поглощения энергии светового импульса светофильтрами.

К СИЗ органов дыхания относятся: респираторы, самоспасатели и противогазы.

Простейшим СИЗ органов дыхания являются респираторы (рисунок 2.4.1). Респираторы обеспечивают более комфортные условия работы, чем противогазы; оказывают меньшее сопротивление дыханию; оказывают меньшее механическое давление на голову.

Защитные свойства респираторов значительно ниже по сравнению с противогазами, они не защищают глаза и лицо полностью и могут применяться при концентрациях паров и газов в воздухе не превышающих 100 ПДК, а аэрозолей – не более 1 000 ПДК.



Рисунок 2.4.1 – Примеры респираторов



Рисунок 2.4.2 – Примеры самоспасателей

Самоспасатели предназначены для экстренного применения в случае пожара, аварий и обеспечения экстренной эвакуации из опасной зоны (рисунок 2.4.2).

Самоспасатели после заводской сборки готовы к действию и не требуют предварительной подготовки к использованию. Они являются средствами кратковременного и одноразового применения.

Фильтрующие противогазы (рисунок 2.4.3) предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от отравляющих веществ (ОВ), а также радиационной пыли и биологических средств.

Противогазы делятся на общевоинские, гражданские и промышленные.

Принцип действия противогазов основан на изоляции органов дыхания от окружающей среды и очистке вдыхаемого воздуха от токсичных веществ, аэрозолей и паров. Противогазы не обогащают вдыхаемый воздух кислородом, поэтому их можно использовать только в атмосфере.

Противогаз состоит из лицевой части и фильтрующе-поглощающей системы, которые соединены между собой непосредственно или с помощью соединительной трубки.



Рисунок 2.4.3 – Примеры противогазов

Некоторые противогазы содержат: соединительную трубку (гофрированный гибкий шланг); обтекатели; подмасочник; переговорное устройство; устройство для питья; устройство, позволяющее протирать стекла изнутри; устройство для перекрывания потока света или иного излучения (обтюратор).

Противогаз укомплектовывается биркой, на которой указываются: номер, фамилия, размер.

Подбор шлем-масок осуществляют по результатам замера обхвата головы (рисунок 2.4.4). Результаты измерений округляют до 0,5 см.



Сумма обхватов головы, см	До 118,5	119-121	121,5-123,5	124-126	126,5-128,5	129-131	131 и более
Рост лицевой части	1		2		3		

Рисунок 2.4.4 – Определение размера противогаза

Противогаз носят в трех положениях: «Походном», «Наготове» и «Боевом».

В «Боевое» положение противогаз переводят по сигналу «Химическая тревога!» и по команде «Газы!».

Таблица 2.4.1 – Норматив по надеванию противогаза и респиратора

Порядок выполнения норматива	Категория обучающихся	Оценка по времени (в числителе указано время надевания противогаза, в знаменателе – респиратора)		
		«отл.»	«хор.»	«уд.»
<u>Последовательность выполнения:</u> Обучающиеся находятся на позиции или отдыхают. Противогазы и респираторы находятся в «походном» положении. Неожиданно подается команда «ГАЗЫ!». Обучаемые, затаив дыхание и закрыв глаза, надевают противогазы или респираторы, делают глубокий выдох и возобновляют дыхание. Время выполнения норматива отсчитывается от подачи команды до возобновления дыхания после надевания противогаза (респиратора). <u>Ошибки, снижающие оценку на один балл:</u> при надевании противогаза обучаемый не закрыл глаза и не затаил дыхание или после надевания не сделал полный выдох; шлем-маска надета с перекосом; концы носового зажима респиратора не прижаты к носу; не плотно затянуты лямки наголовника. <u>Ошибки, снижающие оценку до «неудовлетворительно»:</u> допущено образование таких складок или перекосов, при которых наружный воздух может проникать под шлем-маску; не герметично присоединена фильтрующе-поглощающая коробка.	Один обучающийся	7/11 с	8/12 с	10/14 с
	Группа обучающихся	8/12 с	9/13 с	11/15 с
	Укрупненная группа обучающихся	9/13 с	10/14 с	12/17 с

Для перевода противогаза в «боевое» положение необходимо:

1. Задержать дыхание.
2. Закрыть глаза.
3. Снять головной убор.
4. Вынуть противогаз.
5. Взять шлем-маску обеими руками за утолщение края у нижней части так, чтобы большие пальцы ладони были снаружи, а остальные внутри нее.
6. Приложить нижнюю часть шлем-маски под подбородок и резким движением рук вверх (и назад) натянуть шлем-маску на голову так, чтобы не было складок, а очковый узел располагался напротив глаз.
7. Устранить перекося и складки, если они образовались при надевании шлем-маски.
8. Сделать полный выдох, открыть глаза и возобновить дыхание.

СИЗ кожи.

СИЗ кожи – комплекс средств для защиты личного состава от проникновения РВ, ОВ и БВ в организм через кожу, предохранения кожных покровов, обмундирования, обуви и снаряжения, а также уменьшения степени поражения световым излучением ядерного взрыва.

Различают СИЗ кожи:

- фильтрующего действия (из специальных тканей) и изолирующего действия (из специальных материалов с покрытиями);
- постоянного и периодического использования;
- общевойскового и специального назначения.

К СИЗ кожи относятся:

- общевойсковой защитный комплект (ОЗК), включающий защитный плащ, защитные чулки и защитные перчатки;
- специальный костюм легкий защитный Л-1 (костюм Л-1), состоящий из куртки с капюшоном, брюк и защитных перчаток.

2.5. Разновидности специальной техники и оборудования для проведения дезактивации, дегазации, дезинфекции и санитарной обработки

Дезинфекционно-душевой автомобильный комплекс (ДДА-К).

ДДА-К предназначен для дезинфекции по паровоздушному и пароформалиновому методам (дезинсекции по паровоздушному методу) одежды, обуви, белья и постельных принадлежностей, а также для проведения

санитарной обработки и гигиенической помывки в полевых условиях в любое время года.

Установка ДДА-К представляет собой изотермический кузов, смонтированный на шасси автомобиля КАМАЗ, состоящий условно из трех отделений – энергосилового, камерного и грузового.

Энергосиловое отделение расположено в передней части кузова и содержит электростанцию, паровой котел, водогрейный котел, два напорных насосных агрегата, шкаф управления электрооборудованием, 2 бака из нержавеющей материалов объемом по 1 м³, один бак из нержавеющей материалов объемом 0,5 м³, дизельную отопительную установку и вспомогательное оборудование. Камерное отделение расположено в средней части кузова, отделено от энергосилового отделения и грузового отделения перегородками и содержит дезинфекционную камеру.



Рисунок 2.5.1 – Дезинфекционно-душевой автомобильный комплекс (ДДА-К)

Комплексный пункт специальной и санитарной обработки (КПССО).

КПССО предназначен для проведения специальной обработки техники струей воды (с подогревом и без), путем орошения поверхностей рабочими растворами и рецептурами с одновременным протиранием щетками, аэрозольным, пенным, парожидкостным, пескоструйным, паро- и гидроабразивным методами, а также многостадийными (комбинированными) технологиями для достижения требуемой полноты обеззараживания.

Время непрерывной работы КПССО без дозаправки и на собственных запасах расходных материалов составляет 6 ч. Расчет комплекса 6 человек. Время разворачивания 1-2 ч (зимой 3-4 ч).

Таблица 2.5.1 – Производительность КПССО при различных видах работы

№ п/п	Вид работы	Способ обработки	Производительность
1.	Дезактивация	Многостадийный	25 ед./ч
		Струей воды с расходом до 50 л/м ²	30 ед./ч
		Орошение с одновременным протираанием щетками	10 ед./ч
2.	Дегазация	Орошение рецептурами	30 ед./ч
		Орошение с одновременным протираанием щетками	10 ед./ч
		Струей пароводяной смеси	25 ед./ч
3.	Дезинфекция	Многостадийный	25 ед./ч
		Орошение рецептурами	30 ед./ч
		Орошение с одновременным протираанием щетками	10 ед./ч
4.	Дегазация и дезинфекция	Участков местности, дорог, зданий	2 000 м ² /ч
5.	Санитарная обработка	По одному человеку под душевой насадкой	100 чел./ч
		По два человека под душевой насадкой	220 чел./ч

Высокомобильный многофункциональный модульный комплекс специальной и санитарной обработки (ВММК-ССО).

ВММК-ССО предназначен для проведения комплекса мероприятий по специальной обработке в условиях радиационного и химического заражения (загрязнения) и в зонах чрезвычайных ситуаций, выполнен в виде полноприводного автомобиля повышенной проходимости КАМАЗ-43118, представляющего собой шасси рамной конструкции, кабину, крано-манипуляторную установку, цистерну и четыре контейнера, оснащенного высокотехнологичными системами, комплексами, оборудованием и комплектами технических средств, размещенными в кабине и контейнерах автомобиля и обеспеченными бортовым или автономным электропитанием.



Рисунок 2.5.2 – Высокомобильный многофункциональный модульный комплекс специальной и санитарной обработки (ВММК-ССО)

Функционально ВММК-ССО представляет собой набор технических средств, сгруппированных по назначению в модули и комплекты:

- модуль забора, транспортировки и временного хранения жидкостей, дегазирующих, дезактивирующих и дезинфицирующих веществ и рецептур;
- модуль приготовления рабочих растворов, суспензий и рецептур;
- модуль снаряжения жидкостями мобильных комплексов специальной обработки;
- модуль создания маскирующих аэрозольных завес;
- модуль пылеподавления;
- модуль пожаротушения;
- модуль парожидкостной и аэрозольной дезинфекции;
- модуль пенной дегазации ОВ и АХОВ;
- модуль санитарной обработки;
- модуль технических средств энергообеспечения и освещения;
- модуль многостадийной дегазации ОВ и АХОВ;
- модуль многостадийной дезактивации;
- модуль радиационного, химического и дозиметрического контроля;
- комплект вспомогательного оборудования;
- комплект сбора, обработки и передачи данных;
- комплект средств индивидуальной защиты.

ВММК-ССО выполняет следующие задачи:

- проведение полной дегазации, дезактивации и дезинфекции объектов, дегазации и дезинфекции местности;
- проведение многостадийной дегазации ОВ и АХОВ;
- проведение многостадийной дезактивации РВ;
- проведение парожидкостной и аэрозольной дезинфекции;

- забор, транспортировка и временное хранение жидкостей,
- дегазирующих, дезактивирующих и дезинфицирующих веществ и рецептур;
- снаряжение жидкостями мобильных комплексов специальной обработки;
- пылеподавление;
- проведение пожаротушения;
- проведение санитарной обработки и гигиенической помывки.

Мобильный комплекс специальной обработки (МКСО).

В состав комплекта специального оборудования МКСО входят:

- цистерна большая объемом 3 м³;
- цистерна малая объемом 2,5 м³;
- трубопроводы;
- насос химический самовсасывающий с гидравлическим приводом, стойкий к агрессивным средам;
- насос ручной поршневой одноцилиндровый двойного действия;
- насос химический самовсасывающий с электроприводом, стойкий к агрессивным средам;
- рукавное оборудование;
- электрооборудование.



Рисунок 2.5.3 – Мобильный комплекс специальной обработки (МКСО)

Работа МКСО осуществляется за счет приема, временного хранения, нагрева, транспортировки и раздачи воды, водных и органических рецептур. Эти функции МКСО выполняет за счет собственного съемного и несъемного оборудования и агрегатов.

Автономный бортовой комплект специальной обработки (АБКСО).

АБКСО предназначен для специальной обработки в условиях радиационного и химического заражения (загрязнения) и представляет собой автономный комплект специальных технических средств и вспомогательного оборудования для специальной обработки, с возможностью размещения на борту автомобиля и другой подвижной техники.



Рисунок 2.5.4 – Автономный бортовой комплект специальной обработки (АБКСО)

Состав АБКСО включает: укладочный ящик, адаптированный для переноски двумя членами расчета; жидкостный прибор высокого давления; раздаточный пистолет, сопло, порошок СФ-2У (пачка 0,4 кг); гипохлорит кальция (ГК) в полиэтиленовой емкости 1 кг; пылеподавляющая рецептура в полиэтиленовой емкости 5 кг; резервуар для приготовления и хранения растворов, рукав высокого давления, рукав забора растворов и жидкости, насадка эжекторная, рукав подачи раствора, бранспойт, удлинитель бранспойта; насадка пенная, мягкие резервуары для запаса воды, щетка, ЗИП; крепежные детали и принадлежности.

Комплект обеспечен специальным оборудованием и расходными материалами, позволяющими автономно проводить специальную обработку всех типов автомобильной, гусеничной и другой техники.

Многоцелевой комплекс технических средств для локализации АХОВ с применением твердеющих пенных покрытий (Пена-АХОВ).

Комплекс «Пена-АХОВ» выполнен в виде стандартного контейнера 20 т, установленного на прицеп-контейнеровоз, представляющий собой шасси рамной конструкции, с фитинговой платформой для транспортировки контейнеров. Комплекс оснащен высокотехнологичными системами,

оборудованием и комплектами технических средств, размещенными в контейнере и модулях и обеспеченными бортовым или автономным электропитанием.



Рисунок 2.5.5 – Многоцелевой комплекс технических средств для локализации АХОВ с применением твердеющих пенных покрытий (Пена-АХОВ)

Функционально комплекс «Пена-АХОВ» представляет собой набор технических средств, сгруппированных по назначению в модули и комплекты, позволяющие расчету комплекса «Пена-АХОВ» оперативно проводить комплекс мероприятий по специальной обработке в условиях химического заражения и в зонах чрезвычайных ситуаций.

В состав комплекса «Пена-АХОВ» входят:

- модуль пенной дегазации (нейтрализации) ОВ и АХОВ;
- модуль приготовления рабочих растворов, суспензий и рецептов;
- модуль санитарной обработки;
- модуль технических средств энергообеспечения и освещения;
- комплект средств пожаротушения;
- комплект средств индивидуальной защиты;
- комплект вспомогательного оборудования;
- контейнер для жидких и твердых коагулянтов и адсорберов для поглощения, локализации и сбора опасных химических веществ.

Комплекс «Пена-АХОВ» оснащен гидравлическими, телескопическим аутригерами.

2.6. Контрольные вопросы по второй главе

1. Для чего осуществляются мониторинг и прогнозирование ЧС?
2. Как применяются интуитивные методы и методы экспертных оценок при прогнозировании ЧС?
3. В чем заключается основная суть методов прогнозирования ЧС на основе экстраполяции?
4. Какие органы управления, силы и средства входят в состав функциональной подсистемы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций?
5. По каким направлениям и видам оперативной обстановки организовывается деятельность центров по мониторингу и прогнозированию ЧС?
6. Каким образом на региональном уровне организовывается взаимодействие территориальных центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ТЦМП ЧС) и ЦУКС ГУ МЧС России по субъектам РФ?
7. Какие информационные системы и ресурсы используются для мониторинга и прогнозирования оперативной обстановки? Привести несколько примеров.
8. Что такое «потенциально опасный объект»? Дайте определение.
9. Как потенциально опасные объекты классифицируются исходя из степени их опасности.
10. Приведите примеры потенциально опасных объектов в различных сферах промышленности.
11. Приведите примеры химически опасных и радиационно опасных объектов.
12. Расшифруйте аббревиатуру «АХОВ». Приведите несколько примеров АХОВ.
13. Приведите несколько примеров химических аварий.
14. Какие методики применяются для оценки складывающейся химической обстановки?
15. Какие исходные данные требуются для оценки химической обстановки?
16. Какие основные параметры рассчитываются при оценке складывающейся химической обстановки?
17. Что понимается под первичным и вторичным облаком разлива АХОВ?

18. Что понимается под «обвалованием»?
19. Какая толщина слоя принимается при свободном разливе АХОВ?
20. Что понимается под «глубиной химического заражения»?
21. Чем отличаются полная, возможная и расчетная глубина химического заражения?
22. Как рассчитать глубину зоны химического заражения?
23. Что понимается под «временем испарения разлива АХОВ»?
24. Каким образом на карте обозначается зона химического заражения?
25. Перечислите основные методы локализации и ликвидации химических аварий с разливом АХОВ.
26. Как осуществляется постановка жидкостной завесы?
27. Что понимается под термином «прямоук-ловушка»?
28. Что понимается под термином «обезвреживание разлива АХОВ»?

ГЛАВА 3. РАДИОАКТИВНОСТЬ, ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И РИСКИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Цель изучения: систематизировать знания о явлении радиоактивности, ионизирующем излучении и радиационных рисках для населения и территорий.

Учебные вопросы:

- 3.1. Радиоактивность и ионизирующее излучение.
- 3.2. Единицы измерения радиоактивности.
- 3.3. Требования радиационной безопасности.
- 3.4. Объекты использования атомной энергии (ОИАЭ).
- 3.5. Ядерное оружие и ядерный терроризм.

Основные нормативно-правовые акты:

1. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
2. Указ Президента Российской Федерации от 13.10.2018 № 585 «Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
3. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».
4. Решение коллегии МЧС России от 04.12.2019 № 8/П «Об утверждении актуализированной редакции Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения».

3.1. Радиоактивность и ионизирующее излучение

Радиоактивность – это способность самопроизвольного превращения неустойчивого изотопа химического элемента в устойчивый изотоп.

Открытие явления радиоактивности и радиоактивных элементов, сделанное французом А. Беккерелем в 1896 г., и доведенное до широкого практического использования многими поколениями исследователей является одним из величайших событий в истории цивилизации (рисунок 3.1.1).

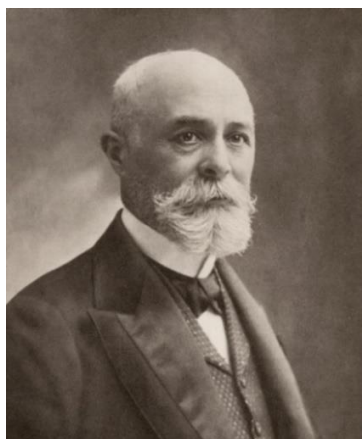


Рисунок 3.1.1 – Антуан Анри Беккерель

Подробнее ознакомиться с историей открытия и исследования радиоактивности предлагается в учебном пособии «Расчётные задачи по выявлению и оценке радиационной обстановки» [Сергеев И.Ю., Малый В.П., Васильев А.В., Лащинский В.В., Шмырева М.Б., Филкова А.П., Николаев Г.А. Расчётные задачи по выявлению и оценке радиационной обстановки: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2022. – 167 с.]

Явление радиоактивности сопровождается ионизирующим излучением, которое стали называть «радиация», от англ. «radiation» – излучение.

Ионизирующее излучение – это излучение, которое создается при радиоактивном распаде (ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе) и представляет собой потоки фотонов, альфа- и бета-частиц.

Поток энергии ионизирующего излучения при взаимодействии с окружающей средой создает ионы разных знаков, т.е. таким образом передает энергию и электрический заряд. Например, вблизи радиоактивного источника ионизируется (заряжается) воздух.

Поэтому радиоактивные вещества называют «источники ионизирующего излучения» (ИИИ).

Естественные (природные) радиоактивные элементы присутствуют в различных количествах абсолютно во всех существующих средах и материалах: в каждом человеке, и вообще в любом живом и не живом организме. Поэтому человечество в своем историческом развитии всегда подвергалось воздействию ионизирующего излучения.

К природным ИИИ относятся:

– радиоактивные элементы (или «радионуклиды»);

- термоядерные реакции на Солнце;
- ядерные реакции;
- излучение из космоса.

Искусственными (техногенными) ИИИ являются:

- искусственно созданные (техногенные) радионуклиды;
- ядерные реакторы;
- ядерное оружие;
- радиологическое оружие (например, «грязная бомба»);
- ускорители элементарных частиц, в том числе рентгеновский аппарат.

Радиационный фон – это суммарное излучение от всех природных и техногенных ИИИ.

Основными составляющими естественного (природного) радиационного фона являются космические лучи и излучение от Земной коры.

В России наибольшее количество стационарных пунктов наблюдения (ПН) по радиационному мониторингу окружающей среды принадлежит Федеральной службе по гидрометеорологии – Росгидромет (относится к Минприроды), а также государственной корпорации «Росатом».

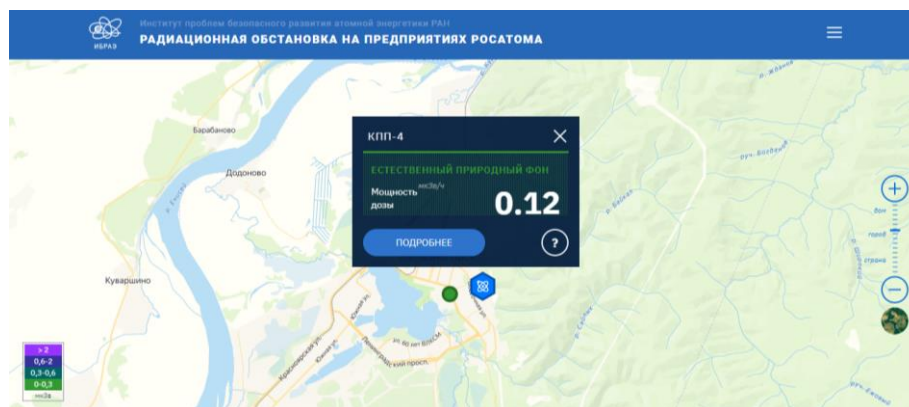


Рисунок 3.1.2 – Информационная система мониторинга радиационной обстановки на предприятиях ГК «Росатом»

Например, по данным информационной системы мониторинга радиационной обстановки на предприятиях Росатома (<https://www.russianatom.ru/>) естественный природный радиационный фон на территории ЗАТО г. Железногорск Красноярского края составляет примерно 0,12 мкЗв/ч, что соответствует $0,12 \text{ мкЗв/ч} \times 24 \text{ ч} \times 365 \text{ дней (в году)} \approx 1\,051,2 \text{ мкЗв/год} \approx 1 \text{ мЗв/год}$ (рисунок 3.1.2).

При этом в отдельных регионах России естественный радиационный фон характеризуется мощностью эквивалентной дозы (МЭД), достигающей аномальных показателей до 9 мЗв/год (в Республике Алтай). Облучение

персонала лечебных учреждений, где применяются известные «радоновые ванны», может достигать 300 мЗв/год.

В природе установлено более 230 радиоактивных изотопов естественного происхождения и их количество существенно дополняется техногенными (искусственными) радионуклидами практически всех элементов таблицы Д.И. Менделеева (таблица 3.1.1).

Наиболее распространенными естественными радиоактивными элементами в природе являются – уран, торий и калий.

Ко всем радиоактивным элементам применим закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \times e^{-\lambda t}, \quad (3.1.1)$$

где N_0 – число радиоактивных атомов в начальный момент времени появления нуклида t_0 ; e – основание натурального логарифма (2,718); λ – постоянная радиоактивного распада ядра атома (она различна для разных радионуклидов); t – время, прошедшее от t_0 .

Таблица 3.1.1 – Классификация радиоактивных элементов

Естественные		Искусственные (техногенные)	
Долгоживущие	$^{235,238,234}\text{U}$, ^{232}Th , ^{40}K , ^{87}Rb , ^{152}Sm , ^{187}Re , ^{138}La , ^{176}Lu и др.	Осколочные элементы	$^{134,137}\text{Cs}$, ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{85}Kr , ^{141}Ce , ^{140}La , ^{147}Nd , ^{99}Tc , ^{147}Pm и др.
Короткоживущие	ряд урана: радон и т. д.; ряд тория: торон и т. д.; ряд актиноурана: актинион и т. д.	Продукты активации	^{54}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{22}Na , ^{32}P и т. д.
Постоянно образующиеся в природе в результате ядерных реакций	$^{14}\text{N} (n,p) \rightarrow ^{14}\text{C}$ ($5,8 \times 10^3$ лет) $^6\text{Li} (n) \rightarrow ^3\text{H}$ (12,3 года) $^2\text{H} (n,\gamma) \rightarrow ^3\text{H}$ $^4\text{He} (n,p) \rightarrow ^3\text{H}$ $^{238}\text{U} (n,\gamma) \rightarrow \beta \rightarrow ^{239}\text{Np}$ $\rightarrow \beta \rightarrow ^{239}\text{Pu}$ (ничтожно малые количества). Спонтанное деление ^{238}U приводит к образованию ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{147}Pm и т. д.	Элементы ядерных реакций присоединения	Нептуний (Np) Плутоний (Pu) Америций (Am) Кюрий (Cm) Берклий (Bk) Калифорний (Cf) ... Менделевий (Md) ... и т. д.

Радиоактивный распад – это последовательность радиоактивных превращений. Радиоактивные элементы, входящие в «цепочку радиоактивного распада», образуют радиоактивные семейства. Наиболее длинные и хорошо изученные цепочки радиоактивного распада характерны для урана и тория. Известно три семейства (или ряда) естественных распадов:

1. Ряд ^{238}U .
2. Ряд ^{235}U (актиноурана).
3. Ряд ^{232}Th .

Обобщенные схематические ряды радиоактивных распадов представлены на рисунке 3.1.3.

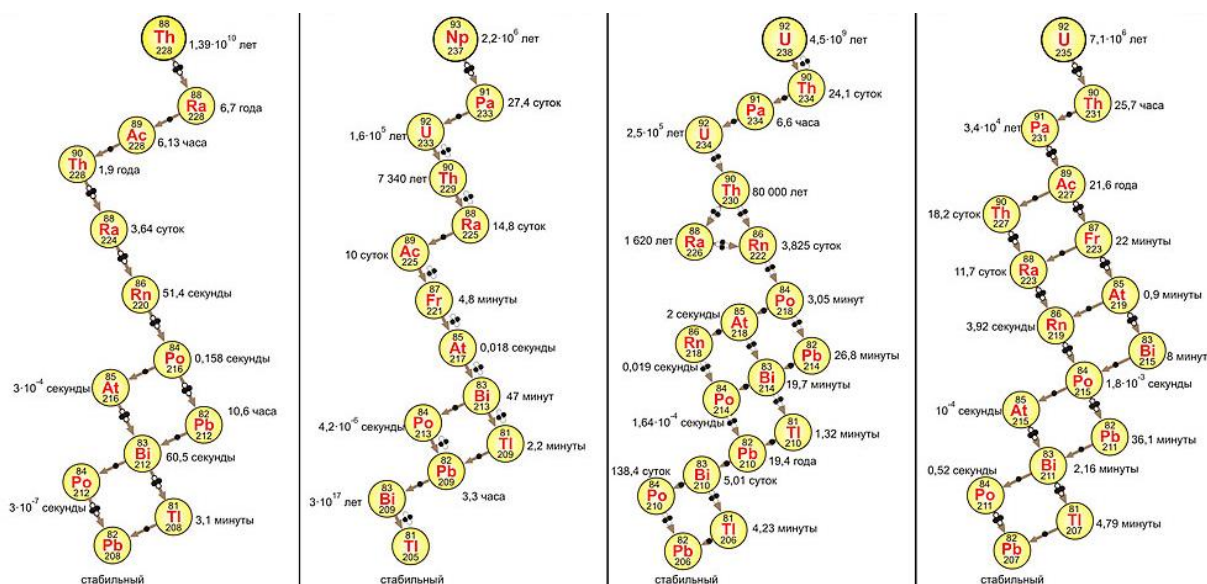


Рисунок 3.1.3 – Упрощенная схема рядов радиоактивного распада

В каждом ряду последовательно образуются радионуклиды с разными периодами полураспада, испускающие α , β -частицы и γ -кванты различных энергий. Конечные продукты в цепи распада представлены нерадиоактивным химическим элементом – свинцом разного изотопного состава (^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb).

Основные альфа-, бета-, гамма- излучатели в рядах радиоактивного распада представлены в таблице 3.1.2.

Период полураспада $T^{1/2}$ является одной из основных характеристик радиоактивного вещества. Долгоживущие естественные радиоактивные элементы обладают периодом полураспада от $n \times 10^8$ (^{235}U) до $n \times 10^{10}$ (^{232}Th) лет. Элементы, образующиеся в результате ядерных реакций присоединения (нептуний, плутоний, америций), имеют периоды полураспада до десятков тысяч лет (^{239}Pu – 24 110 лет). Существуют также искусственные

радионуклиды, которые имеют незначительные периоды полураспада (от долей секунд до десятков лет).

Таблица 3.1.2 – Основные альфа-, бета- и гамма- излучатели в рядах естественных радиоактивных распадов

Излучатели	Ряды радиоактивного распада		
	Ряд ^{238}U	Ряд ^{235}U	Ряд ^{232}Th
α -	^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Po	^{235}U , ^{231}Pa , ^{227}Th , ^{223}Ra , ^{215}Po , ^{211}Po , ^{211}Bi	^{232}Th , ^{228}Th , ^{224}Ra , ^{220}Rn , ^{216}Po , ^{212}Bi , ^{212}Po
β -	^{234}Th , ^{234}Pa , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{210}Bi	^{231}Th , ^{227}Ac , ^{211}Pb , ^{207}Tl	^{228}Ra , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{208}Tl
γ -	^{214}Pb , ^{214}Bi	–	^{228}Ac , ^{228}Th , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{208}Tl

Альфа-частица – это объединенные два протона и два нейтрона, вылетевшие из ядра. Альфа-распад характерен для тяжелых элементов, в ядрах которых значительное количество нейтронов и протонов (рисунок 3.1.5).

Бета-частица – это просто электрон, порожденный в результате превращения нейтрона (рисунок 3.1.5). Отрицательно заряженные бета-частицы являются электронами (β^-), положительно заряженные – позитронами (β^+).

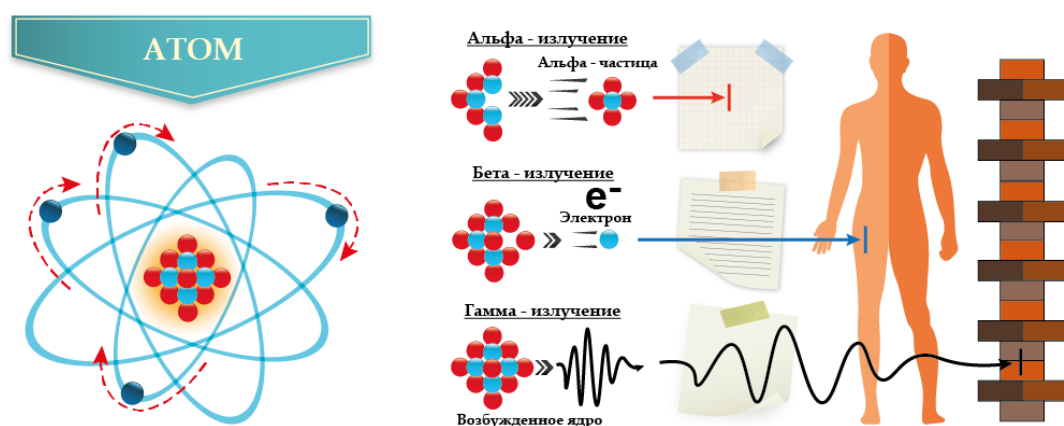


Рисунок 3.1.5 – Проникающая способность альфа-, бета- и гамма-излучения

Гамма-излучение связано с тем, что атомы могут принимать в себя порции энергии, переходя в возбужденное состояние, но при этом не происходит ни альфа-, ни бета- распада (рисунок 3.1.5). Но такое состояние стабильным назвать трудно, оно – квазистабильное. В атомном мире за

перенос энергии отвечают фотоны, которые и покидают атом в случае гамма-радиоактивности. Гамма-кванты не несут никакого электрического заряда. Следовательно, частицы, не несущие электрического заряда, остановить сложнее всего. Магнитные и электрические поля на них не действуют, поэтому гамма-кванты и проникают в глубину любого материала, оказавшегося на их пути, намного дальше, чем положительные альфа-частицы и отрицательно заряженные бета-частицы.

К ионизирующему излучению не относятся видимый свет и ультрафиолетовое излучение, которые в отдельных случаях могут ионизировать вещество. Инфракрасное излучение и излучение радиодиапазонов не являются ионизирующими, поскольку их энергии недостаточно для ионизации атомов и молекул в основном состоянии (рисунок 3.1.6).



Рисунок 3.1.6 – Шкала электромагнитных волн

Следует отметить, что в большинстве случаев альфа- и бета- распад сопровождается испусканием гамма-квантов того или иного энергетического спектра. По этой причине контроль за радиационной обстановкой, в первую очередь, включает измерение мощности дозы гамма-излучения.

3.2. Единицы измерения радиоактивности

Существуют определенные объективные трудности в восприятии и понимании единиц измерения радиоактивности. Это связано, во-первых, с тем, что имеются единицы измерения как самого явления, так и единицы измерения воздействия этого явления на вещество, и зачастую необходимо переходить от одних к другим; во-вторых, с наличием нескольких единиц с различными исторически сложившимися названиями.

Первой в истории единицей измерения была принята радиоактивность 1 г химически чистого радия, которая была названа в честь супругов М. и П. Кюри. Радиоактивность 1 г Ra = 1 Кюри [Ки].

Позднее за единицу измерения радиоактивности было принято количество радиоактивных превращений (распадов) в единицу времени.

Единица, характеризующая 1 распад/с, была названа в честь первооткрывателя радиоактивности – Беккерелем [Бк]. Так как 1 г Ra давал $3,7 \times 10^{10}$ распадов в 1 с, то между Ки и Бк было установлено соотношение: $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$ или $1 \text{ Бк} = 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ки}$.

Активность радионуклида прямо пропорциональна его количеству, поэтому количество радиоактивного вещества можно измерить, определив его активность в Бк/кг, Ки/л и т.д. Существуют также понятия удельной активности, площадной активности и объемной концентрации.

Удельная активность – это активность единицы массы вещества (Ки/кг, Бк/кг, пКи/г и т.д.).

Площадная активность – это радиоактивность вещества, приходящаяся на единицу площади (Ки/м², Ки/км², Бк/м² и т.д.).

Установлены следующие численные соотношения между используемыми единицами измерения экспозиционной, поглощенной, эквивалентной и эффективной мощности дозы (далее будет раскрыта разница между этими понятиями): $1 \text{ Дж/кг} \approx 1 \text{ Кл/кг} \approx 100 \text{ Р [Рентген]} \approx 1 \text{ Гр [Грей]} \approx 100 \text{ рад [Рад]} \approx 1 \text{ Зв [Зиверт]} \approx 100 \text{ бэр [Бэр]}$. Несмотря на то, что численные соотношения единиц измерения в данном случае представлены в виде приближенного равенства, их физический смысл различен. Рассмотрим все единицы измерения подробнее.

Джоуль (англ. Joule; русское обозначение: Дж; международное: J) – единица измерения работы, энергии и количества теплоты в Международной системе единиц (СИ). В электричестве 1 Дж означает работу, которую совершают силы электрического поля за 1 с при напряжении 1 В для поддержания силы тока 1 А, $1 \text{ Дж} \approx 6,24151 \times 10^{18} \text{ эВ}$. Отсюда, экспозиционная доза в системе СИ измеряется в Кл/кг, а во внесистемных единицах в Р/с, Р/ч и т. д.

Рентгэн (русское обозначение: Р; международное: R) – внесистемная единица измерения экспозиционной дозы облучения рентгеновским или гамма-излучением, определяемая по их ионизирующему действию на сухой атмосферный воздух. Если при воздействии γ -квантов (фотонное излучение) в 1 см³ воздуха при нормальных условиях (н.у.) происходит его ионизация с образованием $2,08 \times 10^9$ пар ионов, что соответствует электрическому заряду в 1 Кл, то говорят, что экспозиционная доза γ -излучения соответствует 1 Р. Отсюда появился широко распространенный термин «ионизирующее излучение». В Российской Федерации рентген допущен к использованию в качестве внесистемной единицы без ограничения срока с областью

применения «ядерная физика, медицина». Международная организация законодательной метрологии в своих рекомендациях относит рентген к единицам измерения, «которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются». Следует отметить, что 1 Р экспозиционной дозы (по всему спектру γ -излучения до энергии 3 МэВ) соответствует поглощенной дозе в биологической ткани в 0,93 рад, т.е. $1 \text{ Р} \approx 0,0093 \text{ Гр}$, тогда как в воздухе $1 \text{ Р} \approx 0,88 \text{ рад}$.

Грей (русское обозначение: Гр, международное: Gy) – единица поглощенной дозы ионизирующего излучения в системе СИ. Поглощенная доза равна 1 Гр, если в результате поглощения ионизирующего излучения вещество получило 1 Дж энергии в расчете на 1 кг массы. Единица измерения названа

в честь британского ученого Льюиса Грэя в 1975 г. Ранее широко использовалась (а иногда используется и до сих пор) внесистемная единица поглощенной дозы «рад». $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Рад (русское обозначение: рад; международное: rad, от англ. «radiation absorbed dose») – внесистемная единица измерения поглощенной дозы, 1 рад равен поглощенной дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 0,1 Дж, следовательно, $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Дж/кг} = 0,01 \text{ Гр}$. Поглощающим материалом могут быть как ткани живых организмов, так и любое другое вещество (например, воздух, вода, почва и т.д.). Рад был впервые предложен в 1918 г. В Российской Федерации рад допущен к использованию в качестве внесистемной единицы без ограничения срока с областью применения «ядерная физика, медицина». Международная организация законодательной метрологии в своих рекомендациях относит рад к единицам измерения, «которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются».

Зиверт (русское обозначение: Зв; международное: Sv) – единица измерения эффективной и эквивалентной доз в системе СИ, используется в радиационной безопасности с 1979 г. Соответствует количеству энергии, поглощенной 1 кг биологической ткани, равной по воздействию поглощенной дозе фотонного (рентгеновского или гамма) излучения в 1 Гр.

Бэр – устаревшая единица измерения эквивалентной дозы. В системе СИ для тех же целей используется единица измерения зиверт. Бэр равен эквивалентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани стандартного состава равно $10^{-7} \text{ Дж} \approx 6,24 \times 10^{11} \text{ эВ}$.

Название единицы бэр является акронимом от «биологический эквивалент рентгена» (англ. rem – roentgen equivalent man). Использование в названии слова «рентген» связано с тем, что первоначально эквивалентная доза рассчитывалась на основе экспозиционной дозы. В 1954 г. Международная комиссия по радиологической защите определила бэр как единицу дозы с такой же биологической эффективностью как у одного рада гамма-излучения. После этого бэр стал расшифровываться как биологический эквивалент рада. $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$. В Российской Федерации бэр допущен к использованию в качестве внесистемной единицы без ограничения срока с областью применения «ядерная физика, медицина».

Взаимосвязи между единицами измерения и понятиями «активность источника», «мощность экспозиционной дозы», «поглощенная доза», «эквивалентная доза» показаны в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Единицы измерения радиации

Параметры	Активность (характеристика радиоактивного источника)	Экспозиционная доза (характеристика поля, создаваемого радиоактивным источником)	Воздействие облучения от радиоактивного источника характеризуется:	
			для всех объектов – поглощенной дозой	для живых организмов – эквивалентной дозой
Единицы измерения СИ	Беккерель (<i>Bk, Bq</i>)	Кулон/кг (<i>Кл/кг, C/kg</i>)	Грей (<i>Гр, Gy</i>)	Зиверт (<i>Зв, Sv</i>)
Внесистемные единицы измерения	Кюри (<i>Ki, Ci</i>)	Рентген (<i>P, R</i>)	Рад (<i>рад, rad</i>)	Бэр (<i>бэр, rem</i>)
Соотношение между единицами измерения	$1 \text{ Бк} = 1 \text{ распад/с}$ $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$ $1 \text{ Бк} = 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ки}$	$1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \times 10^3 \text{ Р}$ $1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$	$1 \text{ Гр} \approx 100 \text{ рад}$ $1 \text{ рад} \approx 10^{-2} \text{ Гр}$ $1 \text{ Гр} \approx 1 \text{ Дж/кг}$	$1 \text{ Зв} \approx 100 \text{ бэр}$ $1 \text{ бэр} \approx 10^{-2} \text{ Зв}$

Таким образом, в процессе распада радиоактивных ядер образуются потоки, способные ионизировать вещественную среду (воздух, воду, биологические клетки и др.) и сообщать веществу дополнительную энергию. Количество поглощенной при этом энергии и образовавшихся пар ионов являются определенным интегрированным показателем величины радиоактивности вещества и измеряются различными физическими методами (по ионизации воздуха, например). Так, например, если при воздействии гамма-квантов (фотонное излучение) в 1 см^3 воздуха при нормальных условиях происходит его ионизация с образованием $2,08 \times 10^9$ пар ионов, что

соответствует электрическому заряду в 1 Кл, то говорят, что экспозиционная доза гамма-излучения соответствует 1 Р. Отсюда и появился широко распространенный термин «ионизирующее излучение».

Переход от единиц активности вещества, выраженного, например, в мкКи к мощности экспозиционной дозы гамма-излучения данного радионуклида в Р/ч, осуществляется при помощи гамма-постоянных (справочная величина), характерных для каждого радиоизотопа.

Кроме экспозиционной дозы, характеризующей степень ионизации воздуха, существует и другое понятие – поглощенная доза – это энергия излучения, поглощенная единицей массы вещества. В системе СИ она измеряется единицей Грей (Гр): $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$. Поглощенная доза, отнесенная ко времени, носит название мощности поглощенной дозы и измеряется в Гр/ч, Гр/с, мГр/ч, рад/с, рад/год и т.д.

Биологический эффект воздействия ионизирующего излучения зависит от вида излучения, энергии частиц и гамма-квантов. Так альфа-частица с энергией 4 МэВ проходит 31 мкм биологической ткани, а с энергией 10 МэВ – 130 мкм. Излучения, испускаемые радионуклидами, различаются по способности повреждать биологические системы. Существует понятие – «относительная биологическая эффективность излучения», которая выражается по отношению к дозе условно принятого стандартного типа излучения.

Для учета степени воздействия радиоактивного излучения на биологические ткани существует понятие коэффициента качества излучения (или фактор качества). Если коэффициент качества гамма-излучения принять за 1, то для бета-излучения он будет составлять 10, для альфа-излучения – 20, для нейтронов – от 5 до 20.

Поглощенная доза, рассчитанная с учетом коэффициента качества, получила название эквивалентная доза. Мощность эквивалентной дозы будет измеряться в Зв/ч, мкЗв/ч и т. д.

3.3. Требования радиационной безопасности

Радиационная безопасность населения – это состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Специалисты часто отмечают недостаточный уровень осведомленности населения и должностных лиц в области обеспечения радиационной безопасности. Распространился даже такой термин, как «радиофобия»,

применение которого в большинстве случаев обусловлено именно недостатком у людей знаний об особенностях ионизирующего излучения.

Существует ряд международных организаций, разрабатывающих нормативы в области радиационной безопасности, и отслеживающих все юридические аспекты в этой области. Международное агентство по атомной энергии (ИАЕА, МАГАТЭ) является универсальной международной организацией в области мирного использования ядерных технологий и уникальной мировой площадкой научно-технического сотрудничества (рисунок 3.3.1).



Рисунок 3.3.1 – Международные организации в области обеспечения радиационной безопасности

Ключевыми документами в области обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации являются:

- Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;
- санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 № 40 «Об утверждении свода правил СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;
- постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23.12.2010 № 167 «Об утверждении СанПиН 2.6.6.2796-10 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)».

Нормы радиационной безопасности распространяются на следующие источники ионизирующего излучения:

- техногенные источники за счет нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;

- техногенные источники в результате радиационной аварии;
- природные источники;
- медицинские источники.

Требования не распространяются на источники излучения, создающие при любых условиях обращения с ними:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв;
- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв, либо когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает нецелесообразность снижения коллективной дозы;
- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике глаза не более 15 мЗв.

Дозы однократного облучения свыше 10 Зв считаются абсолютно смертельными. Острая лучевая болезнь развивается в результате относительно равномерного облучения дозой более 1 Зв в течение короткого промежутка времени. Хроническая лучевая болезнь развивается в результате длительного непрерывного облучения организма в дозах 0,1-0,5 Зв/сут при достижении суммарной дозы, превышающей 0,7-1 Зв.

Легкая (I) степень лучевой болезни соответствует полученной дозе 1-2,5 Зв. Средняя (II) степень лучевой болезни соответствует полученной дозе 2,5-4 Зв. Тяжелая (III) степень лучевой болезни соответствует полученной дозе 4-6 Зв. Крайне тяжелая (IV) степень лучевой болезни соответствует полученной дозе более 6 Зв (рисунок 3.3.2).



Рисунок 3.3.2 – Степени лучевой болезни

Переоблучение личного состава является уголовно-наказуемым преступлением. Установленные пределы суммарной дозы облучения личного состава:

- за месяц: не выше 0,6 Зв;
- за 3 месяца: не выше 0,8 Зв;
- за 1 год: не выше 1 Зв.

В соответствии с установленными требованиями к системам мониторинга радиационной обстановки, определение размеров опасных зон радиоактивного загрязнения должно производиться в течение 4 ч после обнаружения факта радиационного загрязнения местности и обеспечивать определение мощности дозы в диапазоне измерений от 10^{-7} до 10 Зв/ч.

3.4. Объекты использования атомной энергии

Развитие атомной энергетики затрагивает проблему загрязнения внешней среды, которая резко обостряется в условиях радиационных аварий. Поэтому одной из наиболее актуальных проблем атомной энергетики является повышение радиационной безопасности действующих АЭС и объектов использования атомной энергии. Примерами радиационных аварий могут служить ситуации, произошедшие:

- на химкомбинате НПО «Маяк» (Челябинская область, СССР) 29 сентября 1957 г., где в результате взрыва емкости с радиоактивными отходами тысячи квадратных километров были загрязнены радиоактивными аэрозолями. Подхваченное ветром, радиоактивное облако разнеслось по площади более 20 тыс. км² на территории Челябинской, Свердловской и Тюменской областей;

- на заводе Селлафилд (Уиндскейл, Великобритания) 10 октября 1957 г., где во время профилактических работ на одном из реакторов, производящем плутоний для британского ядерного оружия, загорелись три тонны урана. В результате пожара также произошел выброс радиоактивных аэрозолей. Радиоактивное облако накрыло половину Европы: часть достигла Норвегии, другая часть – Швейцарии;

- на атомной электростанции «Three Mile Island» (штат Пенсильвания, США) 28 марта 1979 г. из-за ошибок персонала произошло частичное расплавление активной зоны реактора. Это вызвало выброс радиоактивных газов в атмосферу и жидких радиоактивных отходов в реку Сукуахана;

- на Чернобыльской АЭС (Киевская область Украинской ССР, СССР) 26 апреля 1986 г. Эта авария характеризовалась значительным выбросом радионуклидов в атмосферу, большими площадями радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности с эвакуацией населения из 30-км зоны (рисунок 3.4.1). Этот день (26 апреля) является Международным днем памяти жертв радиационных аварий и катастроф;

- на заводе по переработке ядерного топлива Tokaimura (неподалеку от Токио, Япония) 30 сентября 1999 г., где по вине сотрудников предприятия

началась неуправляемая ядерная реакция, которую не удалось вовремя остановить. Прилегающие районы подверглись сильному радиоактивному загрязнению. Двое сотрудников предприятия погибли. Более 400 человек получили сильные дозы облучения;



Рисунок 3.4.1 – Взрыв реактора на Чернобыльской АЭС

– на АЭС Фукусима-1 (Япония) 11 марта 2011 г. – крупная радиационная авария максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий (INES), начавшаяся в результате сильнейшего в истории Японии землетрясения и последовавшего за ним цунами. Землетрясение и удар цунами привели к полному обесточиванию станции, в том числе к отказу резервных источников электроснабжения, что явилось причиной неработоспособности всех систем нормального и аварийного охлаждения. Это привело к расплавлению активной зоны реакторов на энергоблоках 1-3 и взрывам водорода на энергоблоках 1, 3 и 4. Их здания частично разрушились, произошел значительный выброс радиоактивных материалов в окружающую среду, составивший до 20 % от выбросов при Чернобыльской аварии (рисунок 3.4.2).



Рисунок 3.4.2 – Радиационная авария на АЭС Фукусима-1

АЭС – это комплекс систем, устройств, оборудования и сооружений, предназначенный для производства электрической энергии. В качестве топлива станция использует уран-235. Наличие ядерного реактора отличает АЭС от других электростанций. На АЭС происходит три взаимных преобразования форм энергии: ядерная энергия переходит в тепловую, тепловая энергия переходит в механическую, механическая энергия преобразуется в электрическую (рисунок 3.4.3).

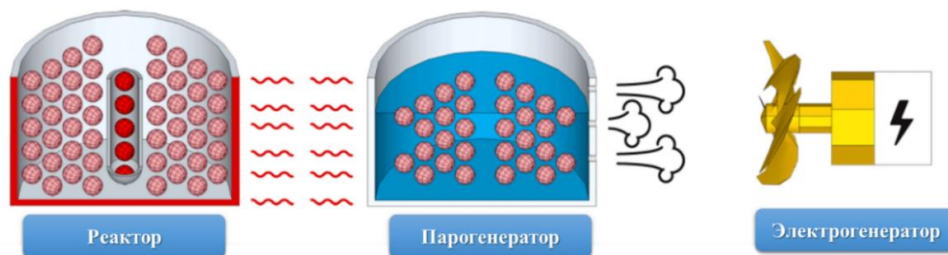


Рисунок 3.4.3 – Принцип преобразования энергии на АЭС

Основой станции является реактор – конструктивно выделенный объем, куда загружается ядерное топливо и где протекает управляемая цепная реакция. Уран-235 делится медленными (тепловыми) нейтронами. В результате выделяется огромное количество тепла.

Тепло отводится из активной зоны реактора теплоносителем – жидким или газообразным веществом, проходящим через ее объем. Эта тепловая энергия используется для получения водяного пара в парогенераторе.

Механическая энергия пара направляется к турбогенератору, где она превращается в электрическую и дальше по проводам поступает к потребителям.

Атомная станция представляет собой комплекс зданий, в которых размещено технологическое оборудование. Основным является главный корпус, где находится реакторный зал. В нем размещается сам реактор, бассейн выдержки ядерного топлива, перегрузочная машина (для осуществления перегрузок топлива), за всем этим наблюдают операторы с блочного щита управления (рисунок 3.4.4).

Защитные сооружения, входящие в состав атомных электростанций, необходимо включать в состав пусковых комплексов или объектов первой очереди строительства. При этом ввод в эксплуатацию убежищ при строительстве атомных электростанций следует предусматривать до физического пуска их первого энергоблока.



Рисунок 3.4.4 – Блочный щит управления атомной электростанции

Основным элементом реактора является активная зона. Она размещена в бетонной шахте. Обязательными компонентами любого реактора являются система управления и защиты, позволяющая осуществлять выбранный режим протекания управляемой цепной реакции деления, а также система аварийной защиты – для быстрого прекращения реакции при возникновении аварийной ситуации. Все это смонтировано в главном корпусе.

Есть также второе здание, где размещается турбинный зал: парогенераторы и сама турбина. Далее по технологической цепочке следуют конденсаторы и высоковольтные линии электропередач, уходящие за пределы площадки станции.

На территории находятся корпус для перегрузки и хранения в специальных бассейнах отработавшего ядерного топлива. Кроме того, станции комплектуются элементами оборотной системы охлаждения – градирнями (бетонная башня, сужающаяся кверху), прудом-охладителем (естественный водоем, либо искусственно созданный) и брызгальными бассейнами.

В зависимости от типа реактора АЭС могут иметь 1, 2 или 3 контура работы теплоносителя.

Одноконтурная схема применяется на атомных станциях с реакторами типа РБМК-1000. Реактор работает в блоке с двумя конденсационными турбинами и двумя генераторами. При этом кипящий реактор сам является парогенератором, что и обеспечивает возможность применения одноконтурной схемы. Одноконтурная схема относительно проста, но радиоактивность в этом случае распространяется на все элементы блока, что усложняет биологическую защиту. В настоящее время в России действует 4 АЭС с одноконтурными реакторами.

В России наибольшее распространение получили двухконтурные АЭС с реакторами типа ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор) (рисунок 3.4.5).

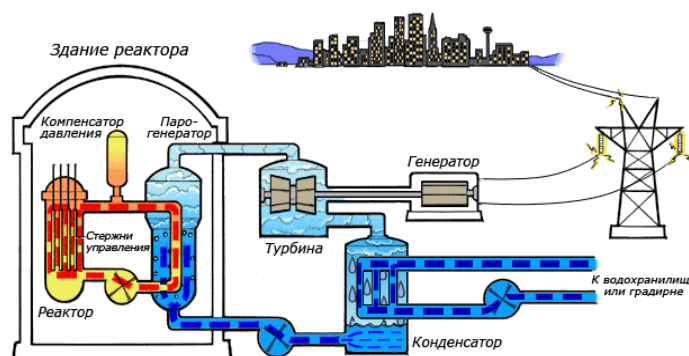


Рисунок 3.4.5 – Схема работы АЭС на двухконтурном водо-водяном энергетическом реакторе (ВВЭР)

В активную зону реактора подается под давлением вода, которая нагревается. Энергия теплоносителя используется в парогенераторе для образования насыщенного пара. Второй контур не радиоактивен. Блок состоит из одной конденсационной турбины мощностью 1 000 МВт или двух турбин мощностью по 500 МВт с соответствующими генераторами. В настоящее время в России действует 5 АЭС с двухконтурными реакторами.

Трехконтурную схему применяют на АЭС с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем типа БН. Чтобы исключить контакт радиоактивного натрия с водой, сооружают второй контур с нерадиоактивным натрием. Таким образом схема получается трехконтурной.

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) – это вся последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива и заканчивая удалением радиоактивных отходов. В зависимости от вида ядерного топлива и конкретных условий, ядерные топливные циклы могут различаться

в деталях, но их общая принципиальная схема сохраняется (рисунок 3.4.6).

Основным ядерным топливом для современных реакторов является уран. Поэтому все стадии и процессы ядерного топливного цикла определяются физико-химическими свойствами этого элемента. Для атомной энергетики различают два вида ЯТЦ – открытый (разомкнутый) и закрытый (замкнутый).

В разомкнутом (открытом) ЯТЦ отработанное ядерное топливо считается высокоактивными радиоактивными отходами и вместе с остаточными делящимися изотопами исключается из дальнейшего

использования – поступает на хранение или захоронение. Поэтому разомкнутый ЯТЦ характеризуется низкой эффективностью использования природного урана (до 1 %). Широкое применение открытого типа ЯТЦ обусловлено достаточно невысокими ценами на уран.

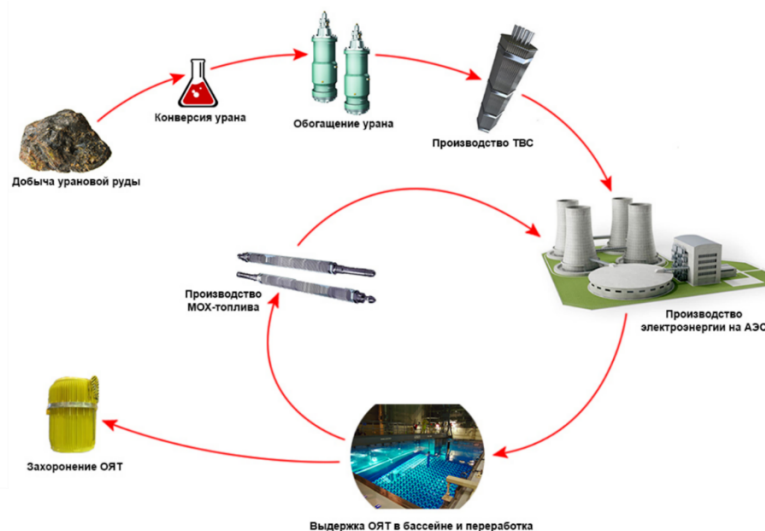


Рисунок 3.4.6 – Схема ядерного топливного цикла

В замкнутом ЯТЦ на радиохимических предприятиях осуществляется переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с целью возврата в цикл невыгоревшего урана-235, почти всей массы урана-238, а также изотопов энергетического плутония, образовавшихся при работе ядерного реактора. Из ядерного топлива выделяют ценные компоненты, которые используют для изготовления нового ядерного горючего. При этом количество отходов, подлежащих окончательному захоронению, минимизируется.

Деятельность объектов атомной промышленности неизбежно связана с процессами транспортировки и утилизации радиоактивных отходов. Проблемам радиозащиты посвящается достаточное количество научных трудов. И собрано множество фактов, свидетельствующих о том, что не всегда предприятие может обеспечивать полное отсутствие источников ионизирующего излучения на территориях и акваториях, прилегающих к объектам атомной промышленности.

Потенциальную опасность вызывает хранение радиоактивных отходов в жидком виде в прудах-накопителях. Известны факты переноса радионуклидов из прудов-накопителей в результате ветрового распространения, смерча, землетрясения, а также водоплавающими птицами и дикими животными. Функционирование систем закачки радиоактивных отходов в глубокие геологические формации связано с рисками проникновения радиоактивных отходов в горизонты, из которых производится питьевое водоснабжение населенных пунктов.

Задача радиационного контроля внешней среды, осуществляемая автоматизированной системой контроля радиационной обстановки (АСКРО), действительно, является важной и актуальной, причем настолько, что без сдачи в эксплуатацию АСКРО на атомной станции не дают разрешение на физический пуск.

Организация функционирования систем мониторинга радиационной обстановки на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований с объектами использования атомной энергии (ОИАЭ) осуществляется постоянно действующими органами управления, силами и средствами, создаваемыми решениями соответствующих органов государственной власти субъектов Российской Федерации и ОМСУ. На территории предприятий атомной промышленности – постоянно действующими органами управления, силами и средствами, создаваемыми решениями руководства объекта. В контрольно-пропускных зонах – специальными силами предприятия атомной промышленности по согласованию с уполномоченными органами безопасности. На территории санитарно-защитных зон (ССЗ) и зон наблюдения (ЗН) – комплексно, в зависимости от количества расположенных муниципальных образований и объектов.

3.5. Ядерное оружие и ядерный терроризм

Ядерное оружие – оружие массового поражения, действие которого основано на поражающих факторах ядерного или термоядерного взрыва.

Поражающее действие ядерного оружия основано на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся в результате взрывных процессов деления тяжелых ядер изотопов урана, плутония и синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития).

По оценкам Стокгольмского международного института исследования проблем мира (SIPRI) в мире 9 ядерных держав: Великобритания, Израиль, Индия, Китай, КНДР, Пакистан, Россия, США, Франция.

Ядерные заряды могут использоваться в стратегическом и тактическом ядерном вооружении. Мощность ядерных зарядов определяется общим количеством высвобождаемой при взрыве энергии и характеризуется тротильным эквивалентом: в тоннах (т), тыс. т (кт), млн т (Мт).

К средствам доставки ядерных боеголовок могут относиться: стратегическая и тактическая авиация; беспилотные авиационные системы; высокоточное оружие; надводные корабли и подводные лодки; автомобильный и железнодорожный транспорт.

В настоящее время насчитывается около 4 тыс. боеголовок стратегического ядерного оружия, находящихся в боевой готовности,

развернутых на ракетных комплексах, самолетах и подводных лодках. Запасы тактического ядерного оружия не поддаются оценке. Россия и США обладают почти 90 % всего ядерного оружия, но в 2022 г. Китай нарастил свой ядерный арсенал и к концу десятилетия китайское ядерное вооружение может сравняться с российским или американским. В остальных странах (Великобритания, Франция, Индия, Пакистан, КНДР, Израиль) продолжается развитие ядерных технологий и испытания.



Рисунок 3.5.1 – Средства доставки ядерного оружия

Ядерные взрывы (по виду) подразделяются на:

- наземные;
- подземные;
- воздушные (высотные, космические);
- на воде (надводные, подводные).

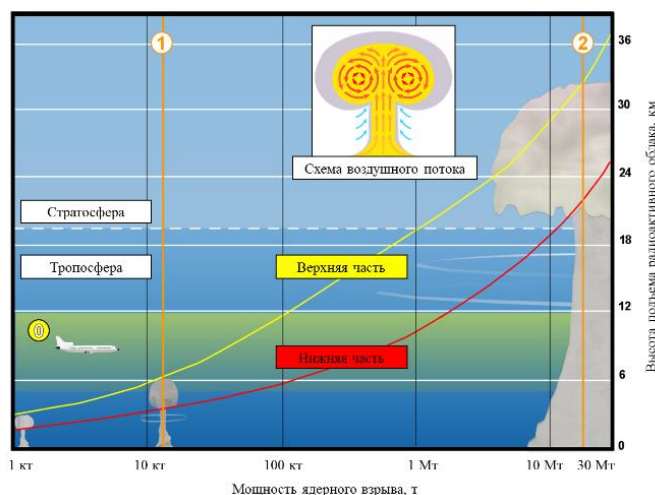


Рисунок 3.5.2 – Высота подъема грибовидного радиоактивного облака в эпицентре ядерного взрыва в зависимости от мощности ядерного взрыва

В эпицентре ядерного взрыва может образоваться кратер и подъем на значительную высоту грибовидного пылевого радиоактивного облака («ядерный гриб»).

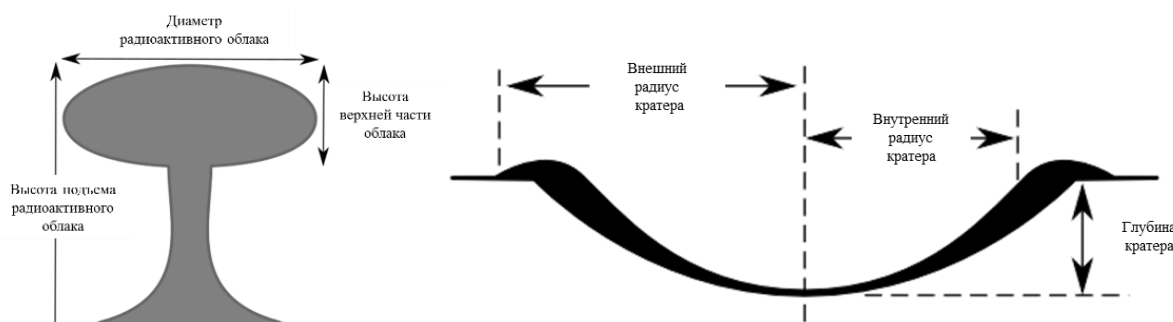


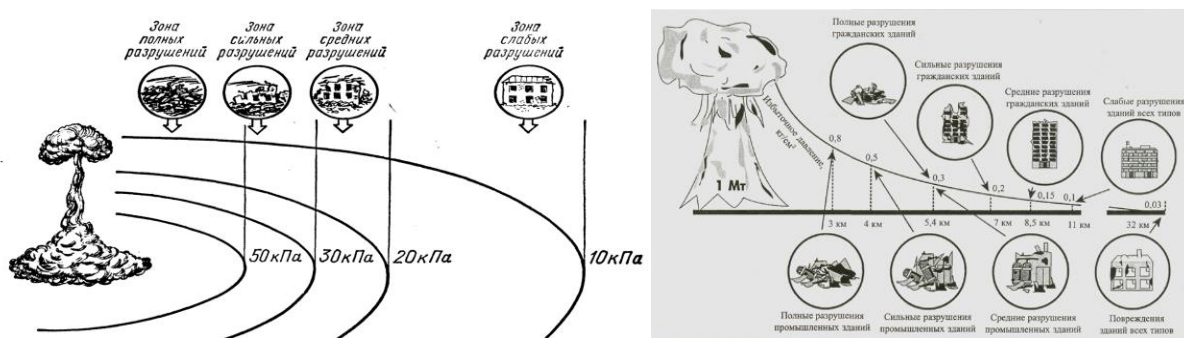
Рисунок 3.5.3 – Характеристики радиоактивного облака и кратера, образующихся в эпицентре ядерного взрыва

К поражающим факторам ядерного взрыва относятся:

1. Воздушная ударная волна (ВУВ).
2. Световое излучение ядерного взрыва.
3. Электромагнитный импульс (ЭМИ).
4. Проникающая радиация.
5. Радиоактивное загрязнение местности.

Воздушная ударная волна.

Воздушная ударная волна (ВУВ) характеризуется величиной создаваемого избыточного давления. В зависимости от предполагаемой величины избыточного давления могут прогнозироваться радиусы зон возможных разрушений и санитарные потери.



Характеристика санитарных потерь	
Избыточное давление	Характер повреждений
20-40 кПа	Легкие поражения (легкие ушибы и контузии)
40-60 кПа	Поражения средней тяжести: потеря сознания, повреждению органов слуха, сильным вывихам конечностей, кровотечению из носа и ушей
Свыше 60 кПа	Тяжелые поражения: сильные контузии, переломы конечностей, поражение внутренних органов
Свыше 100 кПа	Крайне тяжелые поражения со смертельным исходом

Рисунок 3.5.4 – Зоны возможных разрушений и характеристика возможных санитарных потерь в результате воздействия воздушной ударной волны ($1 \text{ кПа} \approx 0,01 \text{ кгс/см}^2$)

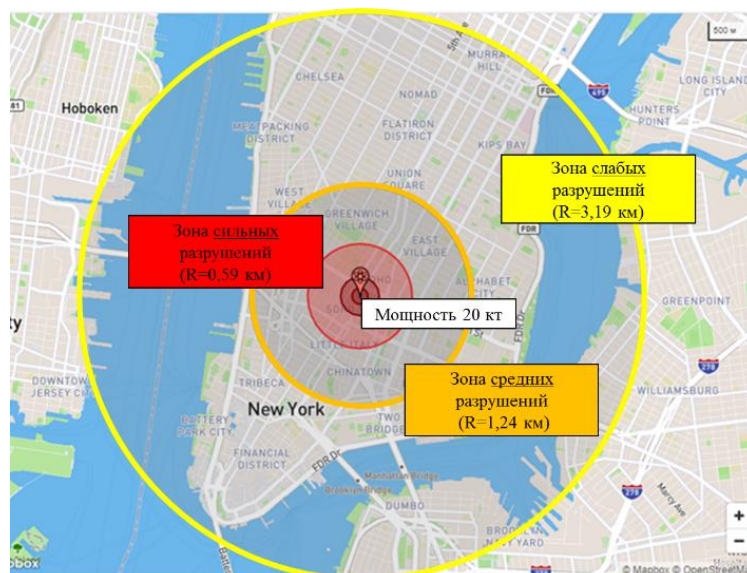


Рисунок 3.5.5 – Моделирование размеров зон возможных разрушений при наземном ядерном взрыве мощностью 20 кт

На открытой местности воздействие ВУВ снижается рельефом местности, углублениями и препятствиями. Защитой от ударной волны для людей могут являться даже простейшие укрытия (рисунок 3.5.6).

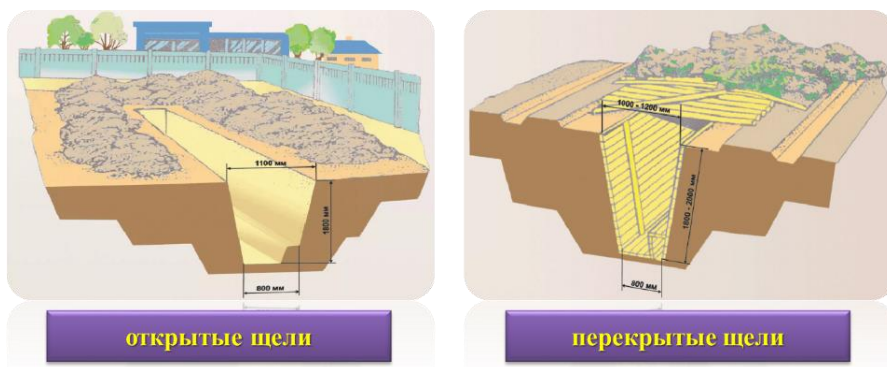


Рисунок 3.5.6 – Простейшие укрытия для защиты от воздействия воздушной ударной волны

Большинство зданий, кроме специально укрепленных, серьезно повреждаются или разрушаются под воздействием избыточного давления величиной $0,2\text{--}0,4 \text{ кгс/см}^2$ ($20\text{--}40 \text{ кПа}$) и более.

В результате воздействия ВУВ ядерного взрыва могут возникать разрушения инженерных сооружений (дорог, мостов, гидротехнических сооружений (ГТС) и т. д.), а также аварии на технических системах энергоснабжения, водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, связи и т. д.

Световое излучение ядерного взрыва.

Световое излучение ядерного взрыва представляет собой поток лучистой энергии в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра электромагнитных волн.

Световой импульс – это количество энергии прямого светового излучения, приходящееся на 1 м² неподвижной и незранированной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению распространения светового потока, за все время излучения.

Световой импульс величиной 30–35 кал/см² может являться причиной возникновения множественных очагов возгораний: техногенных пожаров (сухих деревянных строений), а также природных пожаров (лесных и ландшафтных, т. е. возгораний сухой травянистой растительности).

Электромагнитный импульс (ЭМИ).

Ядерные взрывы в атмосфере и в более высоких слоях приводят к возникновению мощных электромагнитных полей. Воздействие ЭМИ повреждает электронную аппаратуру, электроприборы и линии электропередачи, препятствует распространению радиоволн и работе радиолокационных станций. Воздействие ЭМИ меняется в зависимости от высоты взрыва: в диапазоне ниже 4 км оно будет слабо выражено, сильнее – при взрыве 4–30 км, и особенно сильно – при высоте ядерного взрыва более 30 км.

Проникающая радиация.

Проникающая радиация – это воздействие гамма-излучения и нейтронного излучения в результате ядерного взрыва.

Защитой от проникающей радиации служат различные материалы, ослабляющие гамма-излучение и поток нейтронов.

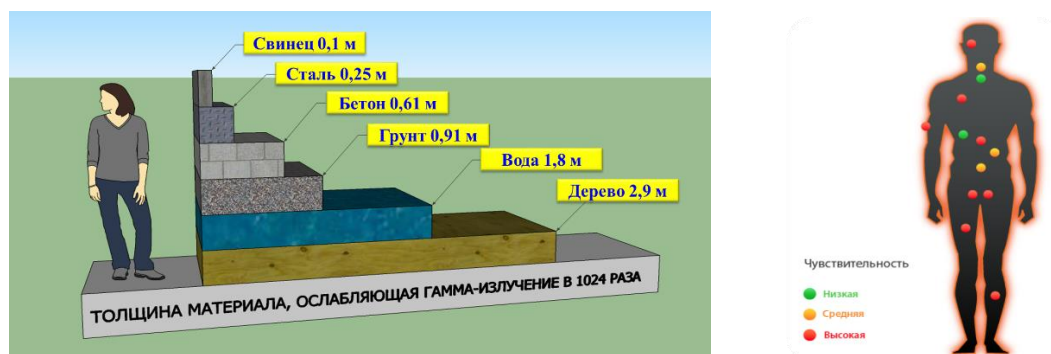


Рисунок 3.5.7 – Сравнение защитных свойств материалов и возможного влияния проникающей радиации на органы человека

Радиоактивное загрязнение местности.

Зоны радиоактивного загрязнения местности, возникающие в результате ядерного взрыва, по площади во много раз превышают размеры зон поражения ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией.

В зонах радиоактивного загрязнения могут находиться множественные радиоактивные источники альфа-, бета- и гамма- излучения. При этом время воздействия источников ионизирующего излучения (ИИИ) на окружающую среду может быть весьма продолжительным. Но в связи с происходящим процессом радиоактивного распада интенсивность излучения (мощность дозы) будет экспоненциально уменьшается, и особенно резко это будет происходить в первые часы и сутки после ядерного взрыва.

Таблица 3.5.1 – Значения коэффициентов ослабления $K_{осл}$ в зависимости от различных условий расположения

Условия расположения	$K_{осл}$
Открытое расположение на местности	1
ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Окопы, открытые щели	3
Перекрытые щели	50
Противорадиационные укрытия (ПРУ)	100 и более
Убежища	1 000 и более
ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА	
Автомобили и автобусы	2
Железнодорожные вагоны	3
ПРОМЫШЛЕННЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	
Промышленные здания (цеха)	6
Административные здания	7
ЖИЛЫЕ КАМЕННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные (подвал)	10 (40)
Двухэтажные (подвал)	15 (100)
Трехэтажные (подвал)	20 (400)
Пятиэтажные (подвал)	27 (400)
ЖИЛЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные (подвал)	2 (7)
Двухэтажные (подвал)	8 (12)
В СРЕДНЕМ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ	
Городского	8
Сельского	4

Зоны радиоактивного загрязнения могут возникать в районе (эпицентре) взрыва и на значительном удалении от него (на следе облака), что показано на рисунке 3.5.8.

Размеры зон радиоактивного загрязнения в районе (эпицентре) ядерного взрыва и на следе облака могут определяться по справочным таблицам исходя из значения мощности ядерного взрыва (в кт).

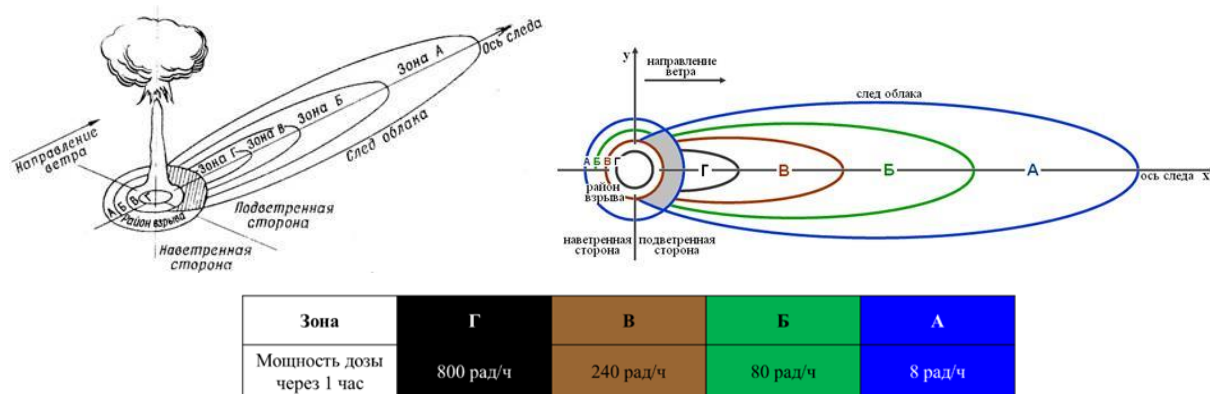


Рисунок 3.5.8 – Мощности дозы в зонах радиоактивного загрязнения

При определении размеров зон радиоактивного загрязнения на следе облака необходимо учитывать направление и скорость «среднего ветра».

Средний ветер – это усредненное значение по скорости и направлению ветра для всех слоев атмосферы в пределах высоты подъема облака ядерного взрыва.

На рисунке 3.5.9 для наглядного сравнения показаны направления и скорость ветра на различных высотах.

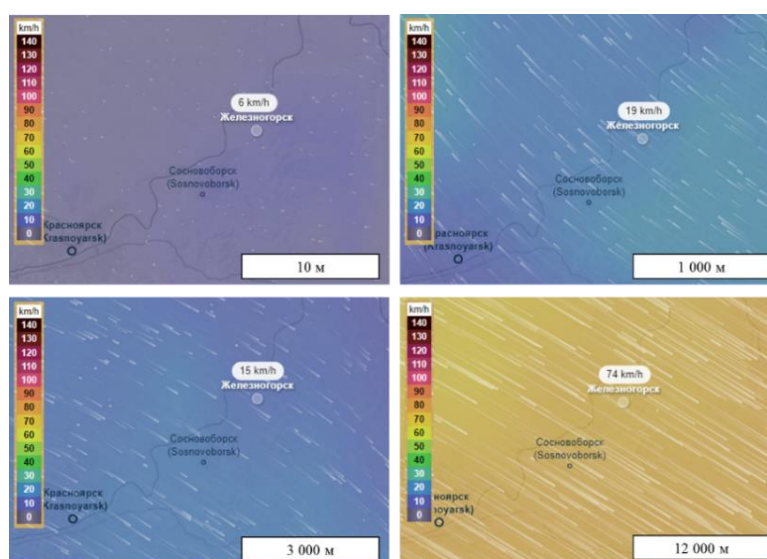


Рисунок 3.5.9 – Скорость и направление ветра на разных высотах

Ядерный терроризм.

На рисунке 3.5.10 показана классификация террористических актов с использованием радиоактивных источников, составленная на основе методики МАГАТЭ IAEA-TECDOC-953 по разработке мероприятий при реагировании на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию.

Высокую степень опасности представляет радиологическое оружие, которое может представлять собой сравнительно простое устройство, распыляющее ионизирующие вещества в составе аэрозольных смесей или разносящее их в результате взрыва обычной взрывчатки.

«Грязная бомба» способна нанести просто катастрофический ущерб за счет радиационного загрязнения значительных территорий, особенно в благоустроенной населенной части. Поскольку создание такого радиологического оружия технологически намного проще, чем самое примитивное ядерное средство поражения, его использование террористами целесообразно относить к вероятным сценариям развития обстановки. Для использования в составе «грязной бомбы» могут подходить следующие радиоизотопы: америций-241, калифорний-252, цезий-137, кобальт-60, индий-192, плутоний-239, полоний-210, радий-226, стронций-90. Серьезную угрозу представляют бассейны, где хранится отработавшее ядерное топливо, поскольку они менее защищены, чем реакторы АЭС.



Рисунок 3.5.10 – Классификация террористических актов с использованием радиоактивных источников

Основным количественным критерием при оценке опасности рисков террористических актов для населения является активность используемого ИИИ. В соответствии с методикой МАГАТЭ к чрезвычайно опасным радиационным инцидентам относятся все ситуации, при которых активность источника более чем в 1 000 раз превосходит нормирующий фактор.

Международная шкала ядерных событий (INES).

Международная шкала ядерных событий (англ. INES, сокр. International Nuclear Event Scale) разработана МАГАТЭ в целях оценки опасности радиационных инцидентов.

Шкала применима к любому событию, связанному с перевозкой, хранением и использованием радиоактивных материалов и источников излучения и охватывает широкий спектр практической деятельности, включая радиографию, использование источников излучения в больницах, на любых гражданских ядерных установках и т.д. Она также включает утрату и хищения ИИИ и обнаружение бесхозных ИИИ.

По шкале INES радиационные инциденты классифицируются по 7-ми уровням.



Рисунок 3.5.11 – Уровни радиационных инцидентов по Международной шкале ядерных событий (INES)

На август 2023 г., только две аварии оценены по максимальному, 7-му уровню (Чернобыль и Авария на АЭС Фукусима I), и одна по 6-му (авария на ПО «Маяк»).

3.6. Контрольные вопросы по третьей главе

1. Что представляет собой явление радиоактивности и ионизирующее излучение?
2. Что относится к природным и искусственным ИИИ?
3. Какой радиационный фон считается нормальным?
4. Приведите примеры классификации радиоактивных элементов.
5. Что такое радиоактивный распад? Какими параметрами он характеризуется?
6. В чем отличие альфа-частиц, бета-частиц и гамма-излучения?
7. Приведите основные единицы измерения радиации и опишите их физический смысл.
8. В чем отличие экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозы?
9. Какими параметрами характеризуется и измеряется биологический эффект воздействия ионизирующего излучения?
10. Что включает в себя понятие «радиационная безопасность населения»?
11. Какие международные организации занимаются вопросами обеспечения радиационной безопасности населения?
12. Перечислите ключевые документы в области обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации.
13. Охарактеризуйте все степени лучевой болезни.
14. Приведите примеры объектов использования атомной энергии.
15. Приведите примеры радиационных аварий.
16. Опишите принцип работы АЭС.
17. Что представляет собой ядерный топливный цикл (ЯТЦ)?
18. Что представляет собой ядерное оружие? Что относится к средствам доставки ядерных боеголовок?
19. Какие виды ядерного взрыва существуют?
20. Что относится к поражающим факторам ядерного взрыва?
21. Какими параметрами характеризуется воздушная ударная волна?
22. Перечислите последствия от воздействия светового излучения ядерного взрыва и электромагнитного импульса.
23. Чем отличаются зоны радиоактивного загрязнения местности?
24. В чем физический смысл коэффициента ослабления.
25. Приведите примеры проявлений ядерного терроризма.

ГЛАВА 4. ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПРИМЕНЕНИИ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ И ПРОЯВЛЕНИЯХ ЯДЕРНОГО ТЕРРОРИЗМА

Цель изучения: научиться применять методики по выявлению, оценке и прогнозированию основных параметров радиационной обстановки для дальнейшего совершенствования защитных мероприятий.

Учебные вопросы:

- 4.1. Термины и определения в области радиационного контроля.
- 4.2. Методы измерения параметров радиоактивности и виды оборудования.
- 4.3. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки (АСКРО).
- 4.4. Динамический радиационный контроль.
- 4.5. Методики выявления и оценки возможной радиационной обстановки.

Основные нормативно-правовые акты:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.10.2019 № 1333 «О порядке функционирования сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения».
2. Приказ МЧС России от 11.02.2021 № 89 «Об организационных вопросах функционирования федеральной подсети МЧС России сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения».

4.1. Термины и определения в области радиационного контроля

Техногенно-измененный радиационный фон – естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека.

Радиационный контроль – соблюдение норм радиационной безопасности и основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и иными источниками ионизирующего излучения (ИИИ), а также получение информации об уровнях облучения людей и о радиационной обстановке на объекте и в окружающей среде.

Дозиметрический контроль – комплекс организационных и технических мероприятий по определению доз облучения людей с целью количественной оценки эффекта воздействия на них ионизирующих излучений.

Радиометрический контроль – комплекс организационных и технических мероприятий по определению интенсивности ионизирующего излучения радиоактивных веществ, содержащихся в окружающей среде, или степени радиоактивного загрязнения людей, техники, сельскохозяйственных животных и растений, а также элементов окружающей природной среды.

Динамический радиационный контроль – это комплекс мероприятий по обследованию транспортных потоков, участков местности, водного пространства, акваторий и воздушного пространства с использованием стационарных и передвижных средств радиационного контроля с целью обнаружения превышений допустимых значений параметров радиационной обстановки, в том числе при организации поиска локальных радиоактивных источников различного происхождения.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения для населения. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание людей, вводится режим ограничения хозяйственной деятельности и проводится радиационный контроль.

Зона наблюдения (ЗН) – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.

Радиоактивное загрязнение – загрязнение земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности и правилами работы с радиоактивными веществами.

Зона радиоактивного загрязнения – территория или акватория, в пределах которой имеется радиоактивное загрязнение.

Режим радиационной защиты – порядок действий населения и применения средств и способов защиты в зоне радиоактивного загрязнения с целью уменьшения воздействия ионизирующего излучения на людей.

4.2. Методы измерения радиоактивности и виды оборудования

Методы измерения радиоактивности.

Регистрация радиоактивного излучения производится по оценке эффекта его воздействия на вещество. Основными методами регистрации являются:

1. Ионизационный метод, основанный на измерении степени ионизации газов, либо по образованию электронно-дырочных пар в твердых телах. Для измерения используются ионизационные камеры (камера Вильсона и др.), газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера-Мюллера и т. д.), полупроводниковые счетчики на основе кремния, германия и т. д. Это один из самых широко распространенных методов измерения радиоактивного излучения. С его использованием создано большое количество разных типов приборов и оборудования.

2. Люминесцентный метод обусловлен возникновением свечения под влиянием какого-либо воздействия (фотолюминесценция, радиолюминесценция, хемилюминесценция, триболлюминесценция, термолюминесценция и т. д.). Возникновение и интенсивность свечения обусловлены накоплением энергии при взаимодействии излучения с веществом. Для регистрации радиоактивного излучения используются сцинтилляционные детекторы различных типов, в которых в результате попадания α -частиц и γ -квантов возникают световые вспышки разной интенсивности и продолжительности, которые регистрируются фотодетектором (фотодиод или фотоумножитель). Существуют твердотельные, жидкостные и газовые детекторы. Это также один из самых широко применяемых методов регистрации радиоактивного излучения.

3. Оптический метод реализуется на эффекте изменения оптических свойств материалов под воздействием радиоактивного излучения. Для этих целей используются различные типы стекол и полимерные материалы. На этом методе основаны средства для измерения радиационных полей высокой интенсивности.

4. Фотографический метод – самый первый метод, который позволил А. Беккерелю открыть явление радиоактивности. Основан на воздействии радиоактивного излучения на фоточувствительные материалы. Интенсивность почернения прямо пропорциональна дозе облучения. На этом принципе работают многие типы индивидуальных дозиметров. Этот метод

широко используется в лабораторных исследованиях радиоактивных веществ для их обнаружения и пространственной локализации.

5. Калориметрический метод измерения радиоактивности основан на измерении тепла, выделяемого при радиоактивном распаде или при взаимодействии излучения с веществом. Метод применяется сравнительно редко, но на его основе созданы приборы для градуировки дозиметров, а также осуществляются измерения мощных потоков гамма- и нейтронного излучения в реакторной дозиметрии, где данный метод имеет преимущество по сравнению с ионизационным и другими методами, так как не зависит от энергетических характеристик излучения.

6. Химические методы основаны на изменении химического состава жидкостей или газов при взаимодействии с радиоактивным излучением. Типичными примерами такой реакции является радиоллиз воды с образованием H^+ и OH^- или разложение закиси азота N_2O с образованием N_2 , O_2 и NO_2 . На этом принципе созданы жидкостные и газовые химические дозиметры для измерения мощных потоков γ -квантов.

Оборудование для измерения радиоактивности.

Количественные и качественные характеристики радиоактивного излучения измеряются радиометрами, дозиметрами и спектрометрами.

Приборы подразделяются по функциональному назначению:

- измерение радиоактивности газов и аэрозолей;
- измерение радиоактивности жидких и сыпучих материалов;
- измерение радиоактивного загрязнения поверхностей;
- индивидуальные средства измерения, постоянно носимые человеком.

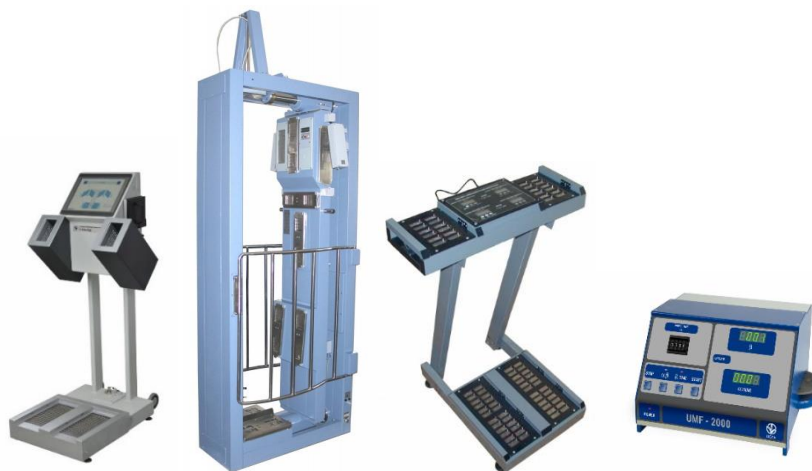


Рисунок 4.2.1 – Альфа- и бета- радиометры

Радиометр – это прибор для измерения числа актов радиоактивного распада в единицу времени (активности). Определяет плотность потока ионизирующих излучений. При измерении мощности дозы функции радиометра и дозиметра совпадают (рисунок 4.2.1).

Индивидуальный дозиметр – устройство, предназначенное для ношения, как правило, в кармане одежды либо на пояском ремне с целью измерить полученную дозу облучения (рисунок 4.2.2).



Рисунок 4.2.2 – Комплект индивидуальных дозиметров

Дозиметр-радиометр – устройство для измерения мощности дозы. Может служить для измерения доз одного (гамма-дозиметр, нейтронный дозиметр), либо смешанного излучения (гамма-, бета- дозиметр) (рисунок 4.2.3).



Рисунок 4.2.3 – Дозиметры-радиометры

Спектрометр – устройство, которое позволяет измерять распределение радиоактивного излучения по энергии (гамма-, альфа-спектрометры), массе и заряду (масс-спектрометры) (рисунок 4.2.4). Позволяет определить точный изотопный состав источника ионизирующего излучения.

Гамма-спектрометр, например, позволяет выявить в смеси γ -излучающих радионуклидов по характерной энергии присутствие конкретных радиоизотопов. Так, торий определяется по энергии γ -квантов дочернего изотопа ^{208}Tl (таллия-208) с энергией 2,165 МэВ (радиоактивный

изотоп таллия-208 является промежуточным членом рядов распада тория-232), калий-40 – 1,46 МэВ, а цезий-137 – по энергии 0,662 МэВ и т. д.



Рисунок 4.2.4 – Спектрометры (стационарные и носимые)

Существует большое количество типов и моделей радиометрического, дозиметрического и спектрометрического оборудования. Данная аппаратура может быть переносной (габариты и масса позволяют носить одному человеку), передвижной (автомобильные, вертолетные и спутниковые варианты), стационарной.

Радиометрические, дозиметрические и спектрометрические устройства характеризуются определенными метрологическими параметрами, которые необходимо учитывать при оценке возможности их использования для решения того или иного вида задач. Общими метрологическими параметрами для всех являются: чувствительность, порог чувствительности (минимально измеряемая величина) и пределы измерений. Данные параметры определяются многими факторами, но прежде всего определяются типом используемых детекторов (датчиков) излучения (газоразрядный или сцинтилляционный), используемых электронных схем.

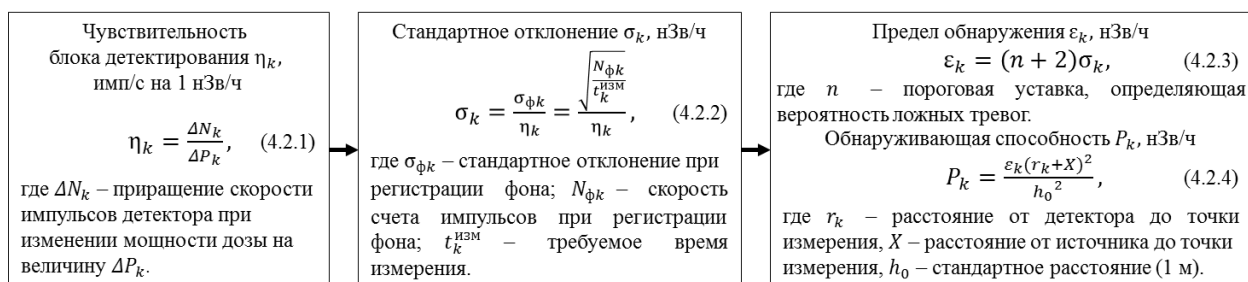


Рисунок 4.2.5 – Взаимосвязь технических характеристик и обнаруживающей способности применяемых средств радиационного контроля k -го типа

Оборудование для измерения радиоактивного излучения проходит постоянные периодические поверки, при которых она эталонируется по

образцовым государственным источникам и стандартам. Так, например, для поверки гамма-спектрометрической аппаратуры, размещаемой на летательных аппаратах, созданы специальные государственные полигоны, на поверхности которых с высокой степенью достоверности определены максимальные эффективные дозы (МЭД) и содержания радионуклидов с различными энергетическими характеристиками. Это позволяет сопоставлять полученные результаты γ -съемок, выполненных на этом полигоне.

Использование аппаратуры, не обеспеченной поверками, может приводить к получению недостоверной информации. Существует государственный реестр средств измерения радиоактивности. Официальное заключение по радиационной обстановке может быть дано только с использованием средств измерений, рекомендованных реестром. Вся другая аппаратура, не включенная в данный перечень и не обеспеченная соответствующими метрологическими поверками, относится к бытовой индикаторной и измерительной аппаратуре. Данные, полученные с ее использованием, должны быть заверены аппаратурой из госреестра, имеющей соответствующие поверки.



Рисунок 4.2.6 – Носимые дозиметры-радиометры и поисковые приборы

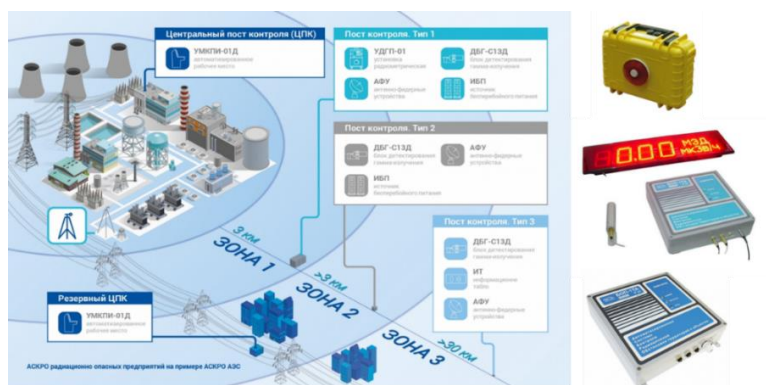


Рисунок 4.2.7 – Установка радиационного контроля в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО)

Существуют мобильные (рисунок 4.2.6) и стационарные комплексы (рисунки 4.2.7, 4.2.8) для непрерывного мониторинга за радиационной обстановкой.



Рисунок 4.2.8 – Стационарные приборы непрерывного контроля радиационной обстановки

Стоит отметить, что вопросы контроля радиационной обстановки и обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации входят в компетенцию госкорпораций «Росатом» и «Роскосмос», а также многих федеральных органов исполнительной власти, таких, как, Ростехнадзор, Роспотребнадзор, Минприроды России, Росгидромет, Минтранс России, Минстрой России, Минэнерго России, ФСБ России, Минобороны России, МЧС России, Минздрав России, ФМБА. Исходя из этого, возможность применения сил и средств различной ведомственной принадлежности и подчиненности учитывается в процессе формирования состава групп радиационной разведки.

При прогнозировании радиационной обстановки целесообразно взаимосвязано рассматривать риски, обусловленные нарушениями технологических процессов на объектах атомной промышленности, последствиями чрезвычайных ситуаций, ухудшением радиоэкологической обстановки, угрозами террористического и военного характера. Помимо наличия рисков, связанных с деятельностью объектов атомной промышленности, необходимость применения комплексного подхода обусловлена также возможными террористическими сценариями, направленными на важнейшие промышленные центры.

4.3. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки

В состав автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО) входят пункты наблюдения (ПН), которые могут передавать в режиме реального времени измерения следующих параметров:

- мощность дозы (эквивалентной, поглощенной) γ -излучения;
- локальные метеоусловия (скорость и направление ветра, характеристики осадков и другие параметры, необходимые для прогнозирования локального переноса радиоактивной примеси в атмосфере);
- спектральный состав γ -излучения;
- объемные активности α - и β -излучающих радионуклидов в приземном слое воздуха, включая активности трития, изотопов йода и короткоживущих радиоактивных благородных газов;
- объемная активность радионуклидов в воде.

При ухудшении радиационной обстановки величины прогнозируемых доз, которые могут быть получены персоналом и населением за определенное время облучения, являются основой для планирования защитных мероприятий.

Мониторинг радиационной обстановки на примере территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Железнодорожск Красноярского края в настоящее время осуществляется с использованием:

- открытой веб-системы сбора данных со стационарных ПН в составе единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (федеральный уровень) (рисунок 4.3.1);
- закрытого программного обеспечения сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе территориальных автоматизированных систем мониторинга радиационной обстановки на базе Института проблем безопасности развития атомной энергетики Российской академии наук (федеральный уровень);
- открытой веб-системы сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (федеральный уровень) (рисунок 4.3.2);

– открытой веб-системы сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на базе Ситуационно-кризисного центра «Росатом» (федеральный уровень) (рисунок 4.3.3);

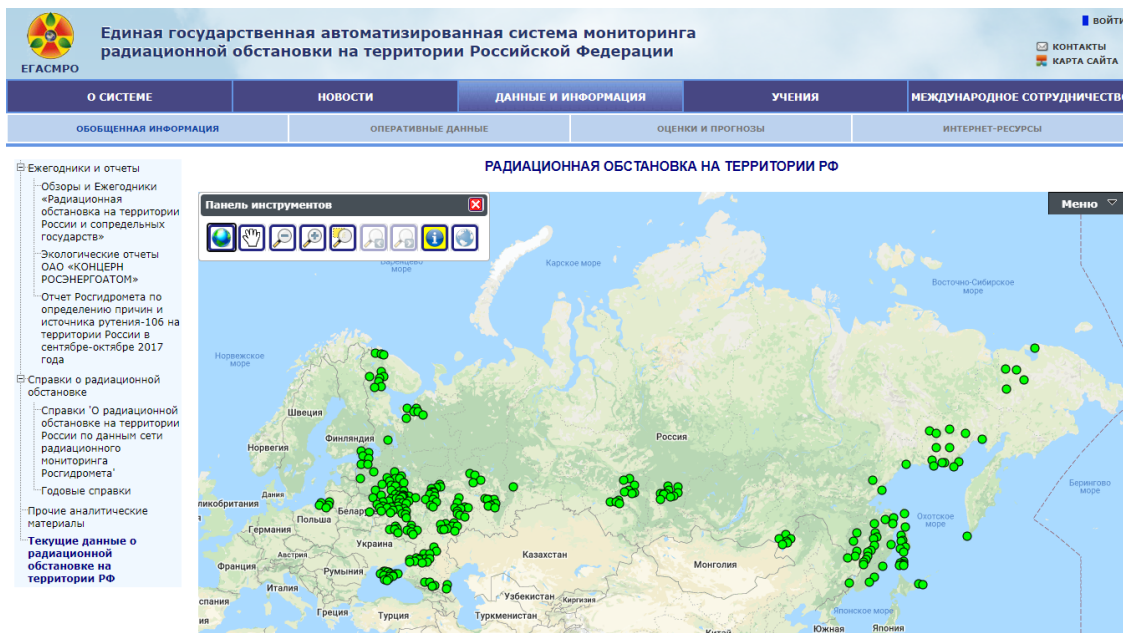


Рисунок 4.3.1 – Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМО)

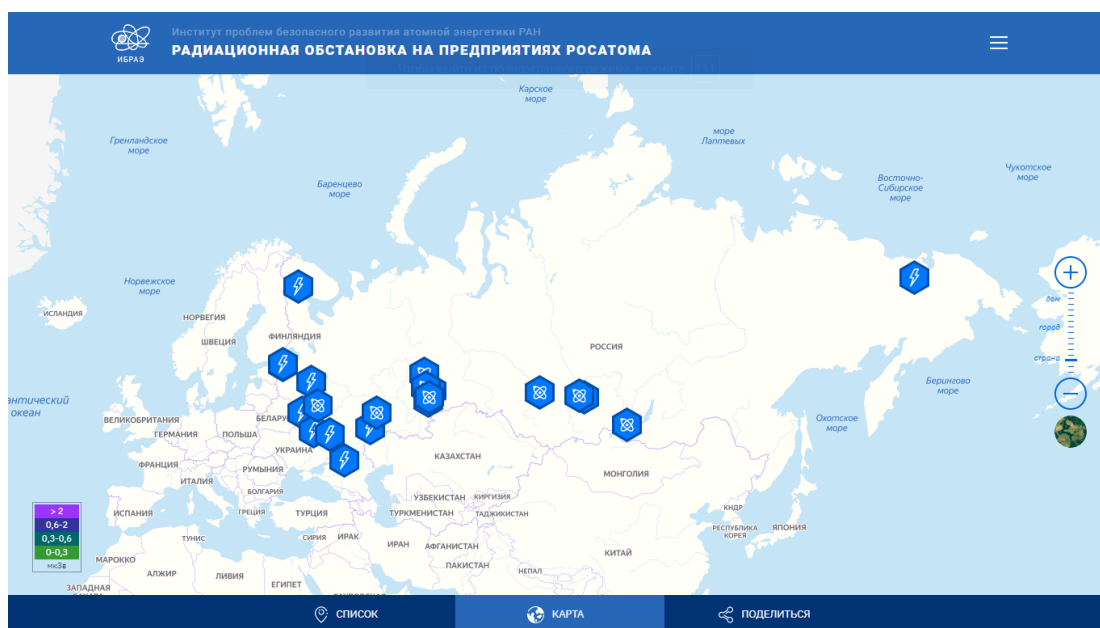


Рисунок 4.3.2 – Автоматизированная система контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»

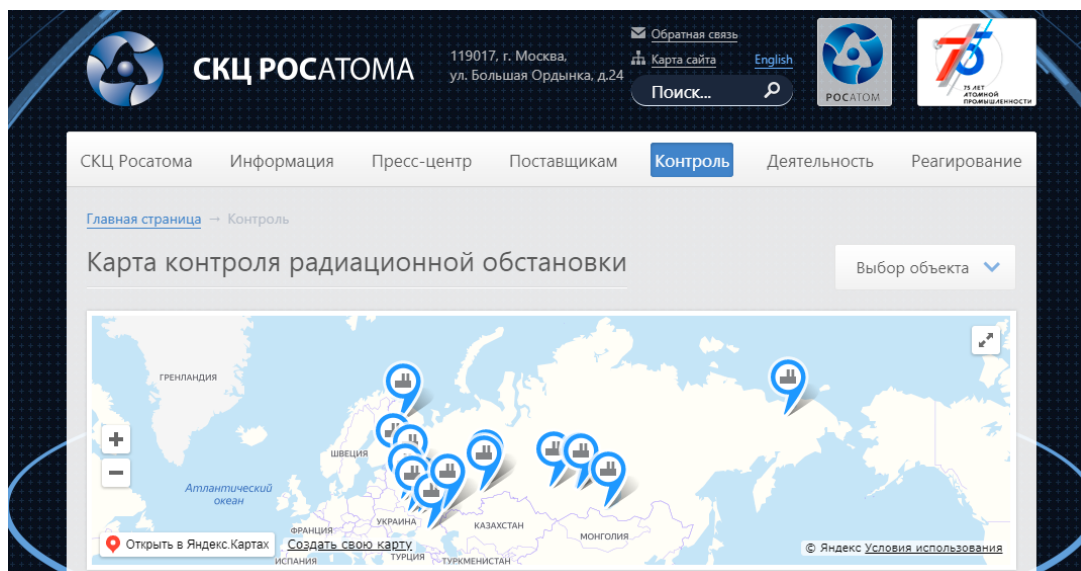


Рисунок 4.3.3 – Автоматизированная система контроля радиационной обстановки на базе Ситуационно-кризисного центра «Росатом»

– закрытой системы данных космического мониторинга государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» (федеральный уровень);

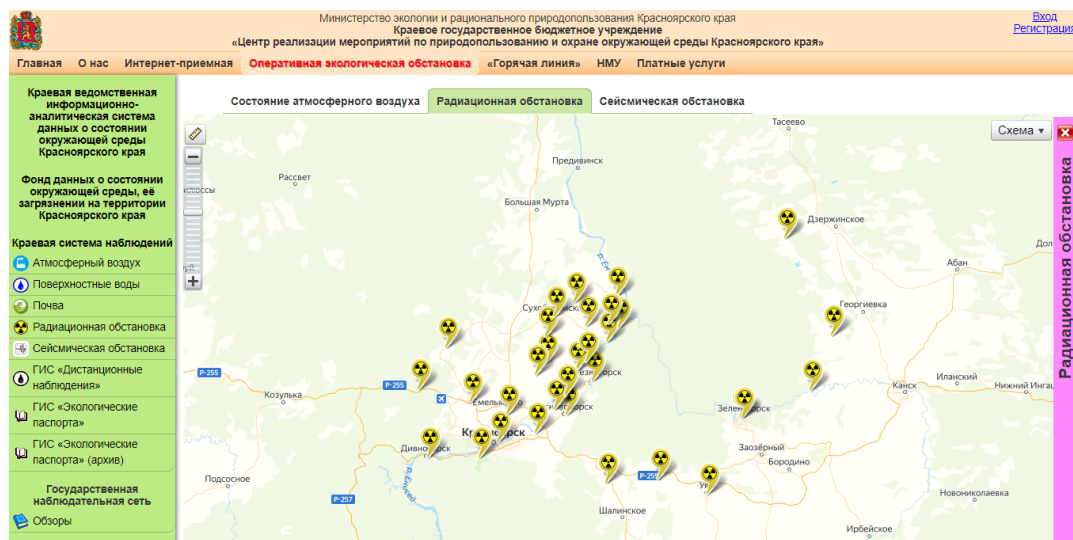


Рисунок 4.3.4 – Автоматизированная система контроля радиационной обстановки Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края

– открытой веб-системы сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края на базе краевого государственного бюджетного учреждения «Центр реализации мероприятий по природопользованию и

охране окружающей среды Красноярского края» (региональный уровень) (рисунок 4.3.4);

- закрытой сети стационарных постов радиационного мониторинга в составе метеостанций ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (региональный уровень);

- ведомственных дозиметрических систем и оборудования контрольно-пропускных пунктов на въезде/выезде из ЗАТО г. Железногорск (муниципальный уровень);

- стационарных дозиметрических систем, установленных на административных зданиях (муниципальный уровень);

- закрытой сети стационарных и мобильных постов контроля объектовой автоматизированной системы контроля радиационной обстановки ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат» (объектовый уровень);

- закрытого дозиметрического и спектрографического оборудования лаборатории радиоэкологического мониторинга экологического управления ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат», осуществляющей производственный контроль состояния радиационной обстановки в районе размещения предприятия (объектовый уровень);

- мобильных пунктов наблюдения (на базе автомобильного, водного, воздушного транспорта) (различного уровня – федерального, регионального, муниципального или объектового);

- групп радиационного контроля – штатных, нештатных, ведомственных, межведомственных, добровольных (различного уровня – федерального, регионального, муниципального или объектового).

Недостаток АСКРО, которые состоят из сети стационарных ПН, заключается в том, что они не позволяют оценивать радиационную обстановку на контролируемой территории в случае возникновения локальных ИИИ, а делают это только в случае масштабных радиационных аварий с переносом радиоактивных составов на значительные расстояния.

В связи с этим возникает необходимость содержания и использования средств динамического радиационного контроля в дополнение к действующим АСКРО.

4.4. Динамический радиационный контроль

Основными направлениями применения динамического радиационного контроля являются: поточный радиационный контроль транспорта, обследование участков местности, водного пространства, акваторий

и воздушного пространства с использованием стационарных и передвижных средств радиационного контроля.

Поточный радиационный контроль транспорта.

Вероятность обнаружения ИИИ при поточном контроле движущегося объекта (рисунок 4.4.1) определяется мощностью дозы, создаваемой источником на поверхности детектора, и порогом обнаружения используемых детекторов (Д).

При показаниях детекторов, свидетельствующих о превышении мощности дозы, требуется оперативно оценить его конкретное местоположение в транспорте, учитывая возможный достаточно большой объем поиска.



Рисунок 4.4.1 – Поточный радиационный контроль транспорта

Чтобы обеспечить оперативное определение зоны расположения ИИИ в транспортном средстве фиксируются амплитуды сигналов детекторов и устанавливаются детекторы с максимальными амплитудами сигналов. В соответствии с этим, определяется вероятный сектор транспорта (I–IV), рисунок 4.4.2.

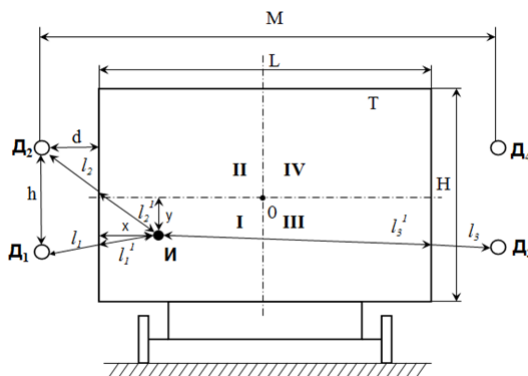


Рисунок 4.4.2 – Схема реализации способа определения местоположения источника в транспортном средстве, где И – источник, Д – детектор

Математический анализ соотношений амплитудных показаний детекторов позволяет определять смещение радиоактивного источника относительно центра, что, даже с учетом незначительной погрешности (не более 30 см), позволяет проводить работы по целенаправленному обезвреживанию скрытого ИИИ.

Радиационное обследование местности по заданному маршруту.

При радиационном обследовании местности используются мобильные средства радиационного контроля, например, на базе автомобильного транспорта (рисунок 4.4.3) с установленными блоками детектирования (БД).

На борту передвижной радиометрической лаборатории (ПРЛ) размещается бортовая установка для γ -съемки местности, переносные измерительные приборы и системы для отбора проб растительности, воды, почвы и воздуха.



Рисунок 4.4.3 – Передвижная радиометрическая лаборатория (ПРЛ) на базе Ford Transit LWB

При обследовании территории требуется не только обнаружить факт превышения мощности дозы, но и оперативно определить точное местоположение ИИИ, что достаточно проблематично, так как сигнал детектора зависит одновременно от активности ИИИ и расстояния до его предполагаемого местоположения. В этом случае применяется способ, основанный на анализе зависимости показаний детектора и его расположения в момент измерения относительно предполагаемого ИИИ (рисунок 4.4.4).

Вероятность обнаружения источника при обследовании местности этим способом зависит от заданной предельно допустимой мощности дозы γ -излучения, плотности воздуха и фактора накопления.

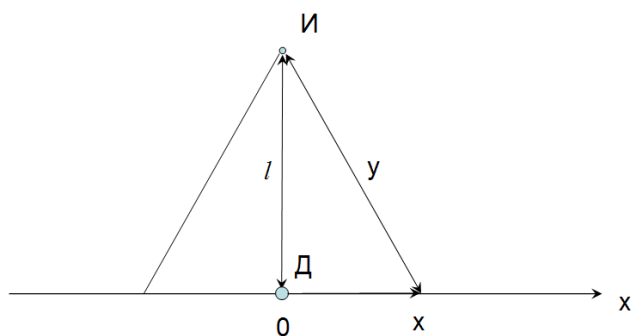


Рисунок 4.4.4 – Схема реализации способа определения местоположения источника на местности

Оперативные данные измерений мощности дозы в режиме реального времени передаются на сервер сбора данных в оперативно-дежурную смену (ОДС) ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации. Вид отображения информации представлен на рисунке 4.4.5.

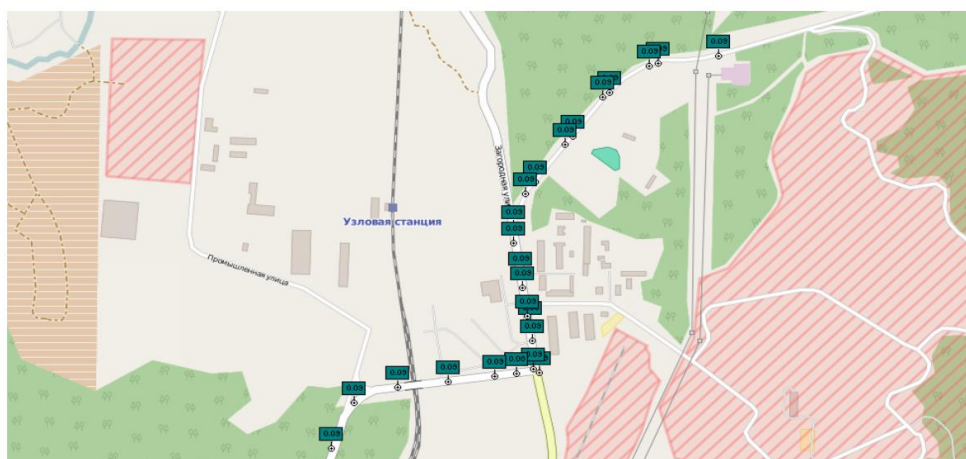


Рисунок 4.4.5 – Вид отображения информации в ОДС ЦУКС

На рисунке 4.4.6 представлен общий вид рабочего места оператора ПРЛ.



Рисунок 4.4.6 – Рабочее место оператора и формат отображения информации о текущей оперативной радиационной обстановке

Радиационное обследование акваторий.

Радиационное обследование акваторий обеспечивает выполнение мероприятий по оперативному контролю радиоактивности воды; объектов, находящихся в воде; и радиационной обстановки на береговой полосе.

Обследование акваторий осуществляется с применением плавсредства, оснащенного средствами радиационного контроля (рисунок 4.4.7).



Рисунок 4.4.7 – Пример использования катера КС-110-35

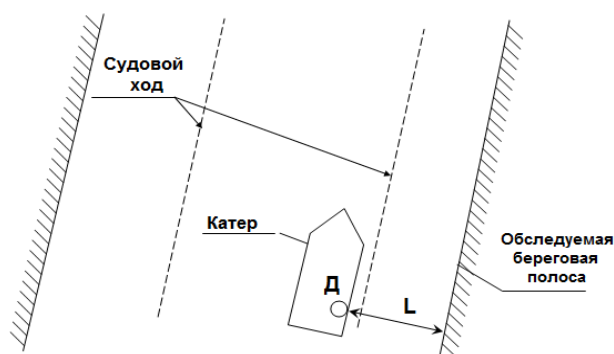


Рисунок 4.4.8 – Схема динамического контроля береговой полосы

Обследование береговой полосы с помощью водного транспорта методологически соответствует динамическому обследованию территорий с применением автомобильного транспорта (рисунок 4.4.8).

Особенностью данного способа является то, что контролируемая зона отделена от детектора водной средой, протяженность которой изменяется в процессе движения транспорта.

Исходя из цели гарантированного обнаружения локальных радиационных аномалий на береговой полосе, на достижение которой влияют приращение сигнала источника над фоном и порог срабатывания системы контроля, необходимо стремиться к уменьшению расстояния L от детектора до берега.

Помимо мониторинга береговой полосы, данный способ используется для контроля радиоактивности воды при перемещении катера путем

непрерывного измерения показаний высокочувствительного детектора, расположенного ниже ватерлинии. При этом протяженность зоны контроля практически не имеет ограничений. Другие способы определения радиоактивности воды, такие, как отбор проб для радиометрирования или погружение детекторов в конкретных контролируемых зонах, не обеспечивают достаточной экспрессности анализа, мониторинга по всей площади водоема, а также влекут значительные временные затраты при перебазировании.

Обследование акваторий указанным способом обеспечивает оперативное получение подробной информации о радиационной обстановке на акваториях и прилегающих береговых территориях с площадью от нескольких десятков метров до нескольких десятков и даже сотен км.

Аэродинамический радиационный контроль.

Аэродинамический радиационный контроль обеспечивает мониторинг воздушной среды на труднодоступных территориях с использованием летательного аппарата (рисунок 4.4.9).



Рисунок 4.4.9 – Мобильный лабораторный комплекс дистанционного мониторинга окружающей среды на базе автожира CALIDUS

Воздушное судно с детектором перемещается на определенной высоте H относительно поверхности обследуемой территории. При пересечении границы зоны радиоактивного загрязнения сигнал детектора возрастает на определенную величину, пропорциональную мощности дозы излучения в зоне радиоактивного загрязнения (рисунок 4.4.10).

В связи с тем, что уровень мощности дозы γ -излучения изменяется с высотой летательного аппарата, для обеспечения надежных измерений необходима соответствующая коррекция показаний дозиметрической системы. Для этого предусматривается коррекция сигналов детектора так, что

выявление зоны радиоактивного загрязнения местности осуществляется при возрастании сигнала детектора с учетом показаний высотомера.

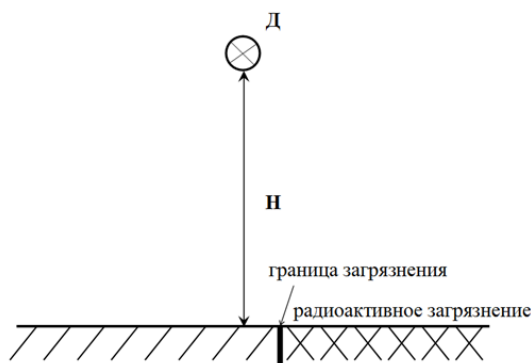


Рисунок 4.4.10 – Схема аэродинамического радиационного контроля

Оптимальной высотой движения летательного аппарата является 100 м, при этом обеспечивается высокая чувствительность обнаружения границы радиоактивного загрязнения местности и практическая независимость результатов контроля от непостоянства высоты.

Повышение эффективности применения измерительных систем радиационного контроля.

В соответствии с ГОСТ Р 8.734-2011 «измерительная система – это совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях».

Измерительная система радиационного контроля характеризуется параметрами, основными из которых являются: количество средств радиационного контроля каждого типа; их расположение на местности; обнаруживающая способность используемых блоков детектирования.

Контроль радиационной обстановки с помощью высокочувствительных блоков детектирования обеспечивает расширение зон наблюдения, повышение надежности обнаружения радиоактивных выбросов и аномалий, оперативности реагирования, а также уменьшение необходимого количества стационарных датчиков радиационного фона.

В таблице 3.5.1 для сравнения представлены технические характеристики средств радиационного контроля с блоками детектирования различной чувствительности.



Рисунок 4.4.11 – Направления оценки эффективности применения и технической оснащенности измерительной системы радиационного контроля

Таблица 3.5.1 – Сравнение технических характеристик средств радиационного контроля с блоков детектирования различной чувствительности

№п/п	Параметры	Показатели
Датчик радиационного фона ИРТ-М		
1	Детектор	газоразрядные счётчики
2	Диапазон регистрируемых энергий	0,05-3,0 МэВ
3	Чувствительность:	
	по чувствительному каналу	$(4,4 \pm 0,8)$ имп.·с ⁻¹ на 1 мкЗв/ч
	по грубому каналу	$(5,0 \pm 0,55)$ имп.·с ⁻¹ на 1 мЗв/ч
4	Диапазон рабочих температур	-40 до +50°С
5	Влажность	до 100 % при 35°С
6	Габаритные размеры, масса	65×58×175 мм, 0,5 кг
Система дозиметрического контроля ДБГ-УРКТ «СИММЕТ»		
1	Детектор	сцинтилляционный
2	Диапазон регистрируемых энергий	0,05-3,0 МэВ
3	Чувствительность	$(30,0 \pm 2)$ имп.·с ⁻¹ на 1 нЗв/ч
4	Диапазон рабочих температур	-40 до +50°С
5	Влажность	до 100 % при 35°С
6	Габаритные размеры, масса	220×120×700 мм, 10 кг

Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения (СНЛК).

СНЛК – это совокупность действующих специализированных учреждений, подразделений и служб ФОИВ, ОГВ субъектов Российской Федерации и организаций (учреждений СНЛК), осуществляющих функции наблюдения и контроля за радиационной, химической, биологической обстановкой на территории Российской Федерации.

СНЛК функционирует в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 17.10.2019 № 1333 «О порядке функционирования сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения».

СНЛК состоит из федеральных и территориальных подсетей.

К федеральным подсетям СНЛК относятся:

1. Подсеть МЧС России.
2. Подсеть Минздрава.
3. Подсеть Минобрнауки.
4. Подсеть Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
5. Подсеть Минприроды.
6. Подсеть Минпромторга.
7. Подсеть Минсельхоза.
8. Подсеть Роспотребнадзора.
9. Подсеть ГК «Росатом».

В связи включением в СНЛК подсети МЧС России был издан соответствующий регламентирующий ведомственный документ (приказ МЧС России от 11.02.2021 № 89 «Об организационных вопросах функционирования федеральной подсети МЧС России сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения»).

Ежеквартально главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации обобщают поступающие сведения от взаимодействующих органов управления и готовят донесения по форме 1/СНЛК за соответствующий субъект Российской Федерации «Об укомплектованности специалистами и обеспеченности лабораторным оборудованием и приборами учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения (на территории соответствующего субъекта РФ)».

Одним из критериев при оценке учреждений СНЛК является укомплектованность органов управления научными методиками для выявления и оценки возможной радиационной обстановки.

4.5. Методики выявления и оценки возможной радиационной обстановки

Выявление размеров зон радиоактивного загрязнения местности.

Радиусы зон радиоактивного загрязнения в районе (эпицентре) ядерного взрыва могут определяться по специальным справочным таблицам исходя из значения мощности ядерного взрыва (в кт).

Для этого по соответствующей строке справочной таблицы определяются высота подъема радиоактивного облака (в км) и радиусы зон радиоактивного загрязнения (А, Б, В, Г) в эпицентре ядерного взрыва (в км) (рисунок 4.5.1).

Мощность взрыва, кт	Максимальная высота подъема центра облака за 10 минут, км	Радиусы зон радиоактивного загрязнения в районе эпицентра ядерного взрыва, км			
		Зона А	Зона Б	Зона В	Зона Г
20	8	0,77	0,47	0,36	0,25
50	10	0,9	0,57	0,45	0,33
100	12	1	0,67	0,56	0,4
200	15	1,12	0,77	0,62	0,48
300	17	1,2	0,82	0,67	0,52
500	19	1,3	0,9	0,74	0,59
1 000	22	1,43	1	0,84	0,68
2 000	25	1,57	1,13	0,95	0,77
3 000	27	1,65	1,2	1	0,85
5 000	28	1,76	1,3	1,1	0,91
10 000	32	1,91	1,43	1,22	1

Рисунок 4.5.1 – Определение высоты подъема радиоактивного облака и размеров зон радиоактивного загрязнения в эпицентре ядерного взрыва

По другой справочной таблице определяются размеры зон радиоактивного загрязнения на следе облака ядерного взрыва.

Для каждого вида ядерного взрыва (наземный, воздушный, подземный, на водной преграде) разработаны справочные таблицы, по которым исходя из мощности заряда (тыс. т) и скорости среднего ветра (км/ч) выбирается строка с размерами (длина и ширина, в км) зон радиоактивного загрязнения местности, образующихся на следе облака (рисунок 4.5.2).

Мощность взрыва, тыс. т	Скорость среднего ветра, км/ч	Зоны загрязнения	
		А	Б
50	10	32-11	4,8-2,2
	25	43-7,7	
	50	52-5,8	
	75	57-4,8	
	100	60-4,1	
100	10	46-13	8,1-3,4
	25	64-9,6	
	50	79-7,4	
	75	88-6,2	
	100	94-5,5	

Рисунок 4.5.2 – Определение размеров зон радиоактивного загрязнения местности на следе облака (на примере воздушного ядерного взрыва)

Например, для воздушного ядерного взрыва мощностью 100 тыс. т при скорости среднего ветра 10 км/ч можем спрогнозировать образование двух зон радиоактивного загрязнения местности следующих размеров: зона А (длина – 46 км, ширина – 13 км), зона Б (длина – 8,1 км, ширина – 3,4 км), зона В и зона Г отсутствуют (рисунок 4.5.2).

Компьютерная программа «Определение размеров зон радиоактивного загрязнения на следе облака», реализующая данную методику, осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- вид взрыва (наземный, воздушный, подземный, на водной преграде);
- мощность взрыва (тыс. т.);
- скорость среднего ветра (км/ч).

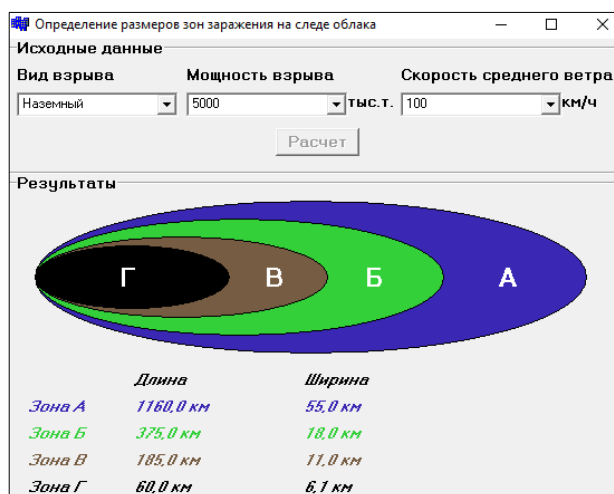


Рисунок 4.5.3 – Результаты расчета в программе «Определение размеров зон радиоактивного загрязнения на следе облака»

В качестве примера в компьютерной программе проведен следующий расчет размеров зон радиоактивного загрязнения на следе облака наземного ядерного взрыва мощностью 5 Мт при средней скорости ветра 100 км/ч (рисунок 4.5.3).

По результатам расчета прогнозируется возникновение четырех зон радиоактивного загрязнения местности на следе облака (А, Б, В, Г).

Получена прогнозируемая длина (А – 1 160 км, Б – 375 км, В – 185 км, Г – 60 км) и ширина (А – 55 км, Б – 18 км, В – 11 км, Г – 6,1 км) по каждой из образовавшихся зон радиоактивного загрязнения местности.

Прогнозирование мощности дозы после ядерного взрыва (аварии).

Закон изменения мощности дозы записывается в следующем виде:

$$P_t = P_0 \cdot t^{-n}, \quad (4.5.1)$$

где P_0 – мощность дозы в начальный момент времени (рад/ч, Зв/ч, Гр/ч, Р/ч);

P_t – мощность дозы в момент времени t (рад/ч, Зв/ч, Гр/ч, Р/ч);

t – время, соответствующее P_t (ч);

n – показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени, и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве $n = 1,2$; при аварии на АЭС $n = 0,4$).

Рассмотрим примеры решения задач по прогнозированию мощности дозы после ядерного взрыва (аварии).

Задача № 4.5.1. Спрогнозировать мощность дозы по истечении 4 ч после аварии на АЭС, если в момент аварии измеренная мощность дозы составляла 78 Р/ч.

Дано:

$$P_0 = 78 \text{ Р/ч};$$

$$t = 4 \text{ ч};$$

$$n = 0,4.$$

Найти:

$$P_t.$$

Решение:

$$P_t = P_0 \cdot t^{-n} = 78 \cdot 4^{-0,4} \approx 44,8 \text{ Р/ч}.$$

Ответ: мощность дозы по истечении 4 ч после аварии на АЭС составит 44,8 Р/ч.

Задача № 4.5.2. По прошествии какого-то времени после нанесения ядерного удара в образовавшейся зоне радиоактивного загрязнения в 11:40 измеренная мощность дозы составляла 14,3 Р/ч. Определить мощность дозы, которая была в этом же месте в 9:20 этого же дня.

Дано:

$$P_t = 14,3 \text{ Р/ч};$$

$$t_1 = 9:20;$$

$$t_2 = 11:40;$$

$$n = 1,2.$$

Найти:

$$P_0.$$

Решение:

1. $P_t = P_0 \cdot t^{-n}$.

2. Следовательно, $P_0 = \frac{P_t}{t^{-n}}$.

3. $t = t_2 - t_1 = 11:40 - 9:20 = 2:20 = 2,33$ ч.

4. $P_0 = \frac{14,3}{2,33^{-1,2}} = 39,5$ Р/ч.

Ответ: мощность дозы в 9:20 составляла 39,5 Р/ч.

Определение времени нанесения ядерного удара.

Время нанесения ядерного удара может определяться по двум измерениям мощности дозы P_1 и P_2 , если при этом известен интервал времени, прошедшего между ними.

$$t = t_1 - \frac{t_2 - t_1}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2,5}}, \quad (4.5.2)$$

где P_1, P_2 – мощности дозы (рад/ч, Зв/ч, Гр/ч, Р/ч), замеренные в разные промежутки времени, соответственно;

t_1, t_2 – время, в которое происходили замеры мощности дозы, соответственно (ч).

Компьютерная программа «Выявление радиационной обстановки по данным разведки» осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- время первого измерения (ч:мин);
- мощность дозы при первом измерении (рад/ч);
- время второго измерения (ч:мин);
- мощность дозы при втором измерении (рад/ч).

В качестве примера использования компьютерной программы проведен следующий расчет: первое измерение мощности дозы было выполнено в 10:00, мощность дозы при этом составила 90 рад/ч; второе измерение было проведено в 10:30, мощность дозы при этом составила 85 рад/ч; время, на которое требуется оценить мощность дозы – 13:00 (рисунок 4.5.3).

В результате удалось рассчитать следующие параметры:

- время нанесения ядерного удара – 23 ч 10 мин;
- прогнозируемая мощности дозы на заданное время 13:00 составит 72,5 рад/ч;
- наименование зоны радиоактивного загрязнения – зона Г.

Рисунок 4.5.3 – Результаты расчета в компьютерной программе «Выявление радиационной обстановки по данным разведки»

Рассмотрим примеры решения задач по определению времени начала аварии (ядерного взрыва).

Задача № 4.5.3. Определить время нанесения ядерного удара, если по данным разведки измеренная мощность дозы в образовавшейся зоне радиоактивного загрязнения в 22:50 составила 1 247 Р/ч, а через 10 мин снизилась до 547 Р/ч.

Дано:

$$P_1 = 1\,247 \text{ Р/ч};$$

$$P_2 = 547 \text{ Р/ч};$$

$$t_1 = 22:50 = 22,83 \text{ ч};$$

$$t_2 - t_1 = 10 \text{ мин} = 0,17 \text{ ч}.$$

Найти:

t .

Решение:

$$t = t_1 - \frac{t_2 - t_1}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2.5}} = 22,83 - \frac{0,17}{1 - \left(\frac{547}{1\,247}\right)^{2.5}} \approx 22,64 \text{ ч} \approx 22:38.$$

Ответ: ядерный удар был нанесен в 22:38.

Оценка полученной дозы облучения при нахождении в зонах радиоактивного загрязнения.

Дозы, полученные людьми за время пребывания в зонах радиоактивного загрязнения, рассчитываются для того, чтобы прогнозировать последствия радиационного воздействия, которые зависят от величины дозы и времени, в течение которого эта доза была получена.

Исходными данными для определения доз облучения являются: мощность дозы, продолжительность нахождения людей в зоне радиоактивного загрязнения и степень их защищенности (коэффициент ослабления).

Доза, которую получают люди находясь в зоне радиоактивного загрязнения за время t , рассчитывается по формуле

$$D = P_{\text{ср}} \frac{t}{K_{\text{осл}}}, \quad (4.5.3)$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления;

$P_{\text{ср}}$ – средняя мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения местности (рад/ч, Зв/ч, Гр/ч, Р/ч);

t – время пребывания в зоне радиоактивного загрязнения местности.

Рассмотрим примеры решения задач по оценке дозы облучения при нахождении в зонах радиоактивного загрязнения.

Задача № 4.5.4. *Определить дозу облучения, которую получают работники, находящиеся в деревянном здании в зоне радиоактивного загрязнения в течение 8 ч, если мощность дозы на данной местности составляет 100 Р/ч.*

Дано:

$$P = 100 \text{ Р/ч};$$

$$t = 8 \text{ ч};$$

$$K_{\text{осл}} = 2.$$

Найти: D .

Решение:

$$D = \frac{Pt}{K_{\text{осл}}} = \frac{100 \cdot 8}{2} = 400 \text{ Р} \approx 400 \text{ рад}.$$

Ответ: работники получают дозу 400 рад.

Задача № 4.5.5. *Спасателям предстоит преодолеть зону радиоактивного загрязнения местности на автомобилях. Мощности дозы по маршруту их движения в разных точках составляют 180 Р/ч, 200 Р/ч, 160 Р/ч, 175 Р/ч и 183 Р/ч. Определить дозу, которую получит личный состав, если примерное время преодоления участка составит не менее 4 ч.*

Дано:

$$P_1 = 180 \text{ Р/ч};$$

$$P_2 = 200 \text{ Р/ч};$$

$$P_3 = 160 \text{ Р/ч};$$

$$P_4 = 175 \text{ Р/ч};$$

$$P_5 = 183 \text{ Р/ч};$$

$$t = 4 \text{ ч};$$

$$K_{\text{осл}} = 2.$$

Найти:

Д.

Решение:

$$1. P_{\text{ср}} = \frac{\sum_i^n P_i}{n} = \frac{180+200+160+175+183}{5} = 179,6 \text{ Р/ч}.$$

$$2. D = \frac{P_{\text{ср}} t}{K_{\text{осл}}} = \frac{179,6 \cdot 4}{2} = 359 \text{ Р} \approx 359 \text{ рад}.$$

Ответ: личный состав получит дозу 359 рад.

Прогнозирование времени подхода радиоактивного облака к объекту.

Время подхода радиоактивного облака t определяется по формуле

$$t = \frac{R}{v_{\text{ср}}}, \quad (4.5.4)$$

где $v_{\text{ср}}$ – скорость среднего ветра;

R – расстояние от места аварии (взрыва) до объекта.

Рассмотрим пример решения задачи по прогнозированию времени подхода радиоактивного облака к объекту.

Задача № 4.5.6. Оценить время подхода радиоактивного облака к объекту, если его удаленность от места ядерного взрыва составляет 40 км, а скорость среднего ветра 3 м/с.

Дано:

$$R = 40 \text{ км};$$

$$v_{\text{ср}} = 3 \text{ м/с} = 10,8 \text{ км/ч};$$

Найти:

t .

Решение:

$$t = \frac{R}{v_{\text{ср}}} = \frac{40}{10,8} \approx 3,7 \text{ ч}.$$

Ответ: прогнозируемое время подхода радиоактивного облака к объекту составляет 3,7 ч.

Оценка возможных радиационных потерь.

Исходными данными для определения радиационных потерь в зонах загрязнения являются:

- продолжительность пребывания T в зонах радиоактивного загрязнения местности;
- время начала облучения t_n , отсчитываемое от момента взрыва (аварии);
- условия пребывания (защищенности) – $K_{осл}$;
- ранее полученные дозы и время, прошедшее после предыдущего облучения.

Доза, которую получит личный состав при нахождении в зоне радиоактивного загрязнения местности, определяется по формуле

$$D = \frac{D_{табл}}{K_{осл}} + D_{ост}, \quad (4.5.5)$$

где $D_{табл}$ – доза, которую получил бы личный состав при открытом расположении на местности в зависимости от зоны радиоактивного загрязнения (А, Б, В, Г);

$D_{ост}$ – ранее полученная доза.

Рассмотрим подробнее порядок работы со справочной таблицей для определения значения $D_{табл}$.

Справочная таблица состоит из четырех частей, отдельно для каждой из зон радиоактивного загрязнения (А, Б, В, Г).

В первом столбце таблицы выбирается время начала облучения t_n (в мин, ч или сут), прошедшее после ядерного взрыва.

В верхней строке таблицы выбирается продолжительность пребывания в зоне радиоактивного загрязнения T (от 10 мин до 30 сут).

В теле таблицы на пересечении соответствующей строки и столбца указана доза $D_{табл}$ (рад), полученная личным составом при открытом расположении.

ЗОНА А

Время начала облучения после ядерного взрыва		Продолжительность пребывания в зоне												
		минуты			часы						сутки			
		10	20	30	1	2	4	8	12	21	1	3	10	30
минуты	10	23	35	43	58	72	85	97	103	111	113	126	126	126
	20	12	20	26	38	50	63	74	80	88	90	103	114	122
	30	8	14	19	28	40	51	62	68	76	78	91	102	110
часы	1	3,8	7	9,7	16	25	34	44	50	58	59	72	83	91
	1,5	2,4	4,5	6,4	11	18	26	36	41	48	50	62	74	82
	2	1,7	3,3	4,7	8,5	14	21	30	35	42	44	56	67	75
	3	1,1	2,1	3	5,6	9,7	16	23	28	34	36	48	59	67
	4	-	1,5	2,2	4,1	7,4	12	19	23	29	31	42	53	61
	5	-	1,2	1,7	3,2	5,9	10	16	20	25	27	38	49	57
	6	-	-	1,4	2,7	4,9	8,5	14	17	23	24	35	46	54
	8	-	-	1	1,9	3,6	6,4	11	14	19	20	30	41	49
	10	-	-	-	1,5	2,8	5,1	8,7	12	16	17	27	37	45
	12	-	-	-	1,2	2,3	4,3	7,4	9,8	14	15	25	35	42
	15	-	-	-	-	1,8	3,4	6	8,1	12	13	22	31	39

Рисунок 4.5.4 – Определение полученной дозы $D_{\text{табл}}$ при открытом расположении в зоне радиоактивного загрязнения местности

Например, при расположении в середине зоны А через 2 ч после ядерного взрыва в течение последующих 3 сут, личный состав получит дозу равную 56 рад (рисунок 4.5.4).

В примечаниях к таблице указаны значения коэффициентов для определения $D_{\text{табл}}$ (рад) в зависимости от расположения личного состава на внутренней или на внешней границе зоны радиоактивного загрязнения (например, для зоны А «дозы, полученные на внутренней границе зоны, примерно в 3,2 раза больше, а на внешней – в 3,2 раза меньше указанных в таблице»).

Прогнозируемые потери населения в зависимости от полученной дозы D , времени пребывания на загрязненной территории и времени начала облучения определяются по справочной таблице (рисунок 4.5.5).

Полученная доза, рад	Время начала облучения, $t_{\text{нач}}$	Продолжительность облучения, T	Время выхода из строя после начала облучения						Смертность
			часы			сутки			
			3	6	12	1	14	30	
300	до 30 мин	10 мин	14	20	20	20	20	100	20
		20 мин	13	20	20	20	20	100	
		30 мин	12	20	20	20	20	100	
		1 ч	10	20	20	20	20	100	
		2 ч	5	18	20	20	20	100	
		3 ч	2	15	20	20	20	100	
		6 ч	1	9	20	20	20	100	
		12 ч	-	6	15	20	20	100	
		1 сут	-	4	11	18	20	100	
		4 сут	-	3	7	12	20	100	
	1 ч	10 мин	14	20	20	20	20	100	
		20 мин	13	20	20	20	20	100	
		30 мин	12	20	20	20	20	100	
		1 ч	10	20	20	20	20	100	
		2 ч	5	18	20	20	20	100	
		3 ч	2	15	20	20	20	100	

Рисунок 4.5.5 – Определение прогнозируемой доли (в %) потерь среди личного состава в результате получения дозы при заданных условиях облучения

В первом столбце на основании исходных данных выбирается полученная доза D . Во втором и третьем столбцах учитываются условия облучения: время начала облучения $t_{\text{нач}}$, прошедшее после ядерного взрыва, и продолжительность нахождения личного состава в образовавшейся зоне радиоактивного загрязнения T (продолжительность облучения). В верхней строке таблицы выбирается время, через которое требуется оценить долю выхода из строя личного состава (в %) в результате получения дозы облучения D . В последнем столбце (в %) указан показатель прогнозируемой доли

смертности личного состава в результате получения дозы облучения в заданных условиях облучения.

Компьютерная программа «Радиационные потери в прогнозируемых зонах загрязнения», реализующая данную методику, осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- зона радиоактивного загрязнения (А, Б, В, Г);
- расположение личного состава в зоне загрязнения (на внутренней границе, в середине, на внешней границе) и доля личного состава (в %);
- время начала действий в зоне загрязнения после ядерного удара (сут, ч, мин);
- расстояние от центра района расположения подразделений до эпицентра взрыва (км);
- скорость ветра (км/ч);
- условия расположения людей на местности и процентная доля личного состава на данной местности (открытое расположение, в транспортных средствах, в зданиях, сооружениях и т. д.);
- продолжительность облучения (сут, ч, мин);
- ранее полученная доза (рад);
- время, прошедшее с момента получения дозы (нед, сут).

Для примера в компьютерной программе выполнен расчет по следующим исходным данным: на расстоянии 10 км от объекта был нанесен ядерный удар, таким образом, что 30 % работников объекта оказались в зоне Г (на внешней границе), другие 30 % в середине зоны В, другие 20 % в середине зоны Б, а остальные 20 % на внутренней границе зоны А. Работники укрываются в транспортных средствах. Время начала действий в зоне загрязнения (после ядерного удара) – 10 ч. Скорость ветра 0,6 км/ч. По условиям задачи работники будут находиться в условиях радиоактивного загрязнения местности 5 ч. Ранее (7 сут назад) работники уже получили дозу 300 рад (рисунок 4.5.6).

В результате удалось рассчитать следующие параметры. Прогнозируемые дозы, полученные работниками, при расположении:

- на внешней границе зоны Г – 293,09 рад;
- в середине зоны В – 282,89 рад;
- в середине зоны Б – 274,16 рад;
- на внутренней границе зоны А – 272,38 рад.

Результаты расчета в компьютерной программе «Радиационные потери в прогнозируемых зонах загрязнения»

Зона	Расположение в зоне	Доля личного состава, %
Г	У внешней границы	30
В	В середине	30
Б	В середине	20
А	У внутренней границы	20

Очистить

Условия расположения людей на местности

Условия расположения людей на местности	Доля личного состава, %
Бронетранспортеры	30
Танки	30
Автомобили и автобусы	40

Очистить

Время начала действий в прогнозируемой зоне заражения (после удара)

0 суток 10 часов 0 минут

Расстояние от центра района расположения подразделений до эпицентра взрыва, км: 10

Скорость среднего ветра, км/ч: 0.6

Продолжительность облучения, часов: 0 суток 5 часов 0 минут

Ранее полученная доза, рад: 300

Время, прошедшее с момента получения ее: 7 недель 0 суток

Доля	Зона	В зоне	Доза	Время выхода из строя					смертность	
				3	6	12	1	14		30
30	Г	У внешней границ	293,09	0	5,54	18,62	18,62	18,62	97,93	18,62
30	В	В середине	282,89	0	4,86	16,58	16,58	16,58	94,87	16,58
20	Б	В середине	274,16	0	4,28	14,83	14,83	14,83	92,25	14,83
20	А	У внутренней грани	272,38	0	4,16	14,48	14,48	14,48	91,71	14,48
Итого	за	подразделение		0	4,71	16,13	16,13	16,13	94,19	16,13

Расчет

Готово

Рисунок 4.5.6 – Результаты расчета в компьютерной программе «Радиационные потери в прогнозируемых зонах загрязнения»

Прогноз выхода из строя работников через различное время после выхода из зоны радиоактивного загрязнения:

- через 3 ч: выход из строя работников не прогнозируется (0 %);
- через 6 ч выйдет из строя: 5,54 % работников на внешней границе зоны Г; 4,86 % работников в середине зоны В; 4,28 % работников в середине зоны Б; 4,16 % работников на внутренней границе зоны А; 4,71 % итого за подразделение;
- через 12 ч прогноз выхода из строя без изменений;
- через 1 сут выйдет из строя: 18,62 % работников на внешней границе зоны Г; 16,58 % работников в середине зоны В; 14,83 % работников в середине зоны Б; 14,48 % работников на внутренней границе зоны А; 16,13 % итого за подразделение;
- через 14 сут прогноз выхода из строя без изменений;
- через 30 сут выйдет из строя: 97,93 % работников на внешней границе зоны Г; 94,87 % работников в середине зоны В; 92,25 % работников в середине зоны Б; 91,71 % работников на внутренней границе зоны А; 94,19 % итого за подразделение.

Прогноз смертности работников в результате облучения:

- 18,62 % на внешней границе зоны Г;

- 16,58 % в середине зоны В;
- 14,83 % в середине зоны Б;
- 14,48 % на внутренней границе зоны А;
- 16,13 % (итого за подразделение).

Оценка возможных последствий при преодолении зон радиоактивного загрязнения.

Доза, получаемая личным составом при движении по зоне радиоактивного загрязнения, рассчитывается по формуле

$$D = P_{\text{ср}} \frac{t}{K_{\text{осл}}} = P_{\text{ср}} \frac{L}{v \cdot K_{\text{осл}}}, \quad (4.5.6)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средняя мощность дозы, Зв/ч;

t – время движения, ч;

$K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления;

L – протяженность маршрута по зоне радиоактивного загрязнения, км;

v – скорость движения, км/ч.

Средняя мощность дозы на маршруте следования рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (4.5.7)$$

где P_i – мощность дозы на i -ом участке, Зв/ч;

n – количество участков.

В случае, если маршрут движения пересекает зону радиоактивного загрязнения местности перпендикулярно к оси радиоактивного следа (рисунок 4.5.7), средняя мощность дозы $P_{\text{ср}}$ рассчитывается как

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{max}}}{4}, \quad (4.5.8)$$

где P_{max} – максимальное значение мощности дозы, Зв/ч.

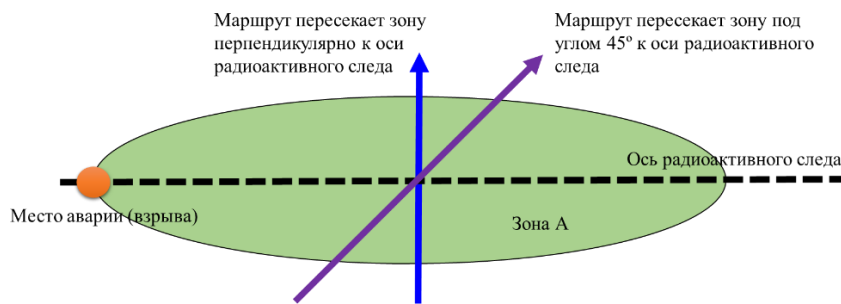


Рисунок 4.5.7 – Направление маршрута движения

В случае, если маршрут движения пересекает зону радиоактивного загрязнения под углом 45° к оси радиоактивного следа, то средняя мощность дозы рассчитывается как

$$P_{\text{ср}} = 1,5 \frac{P_{\text{max}}}{4}, \quad (4.5.9)$$

Компьютерная программа «Определение радиационных потерь при преодолении прогнозируемых зон загрязнения» осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- мощность ядерного взрыва (тыс. т);
- время, прошедшее после взрыва (ч);
- удаление от центра взрыва (км);
- средний угол между маршрутом движения и осью прогнозируемой зоны загрязнения (в град.);
- скорость среднего ветра (10–100 км/ч);
- скорость движения (км/ч);
- продолжительность нахождения в зонах (ч);
- ранее полученная доза (рад);
- время, прошедшее от предыдущего облучения (сут, нед);
- условия расположения личного состава.

В качестве примера выполнен расчет на основании следующих исходных данных: группе предстоит преодолеть маршрут, проходящий по зоне радиоактивного загрязнения, создавшейся в результате ядерного взрыва мощностью 2 кт. Удаление от центра взрыва составляет 4 км. Четырьмя днями ранее личным составом была получена доза равная 40 рад. Средний угол между предполагаемым маршрутом движения и осью радиоактивного следа составляет 90° , скорость среднего ветра – 10 км/ч, личный состав передвигается со скоростью 4 км/ч, предполагаемая продолжительность нахождения в зоне загрязнения составит 0,5 ч (рисунок 4.5.8).

В результате для заданных исходных данных удалось оценить долю выхода из строя личного состава и смертность через различное время после начала облучения (рисунок 4.5.9):

- через 3 ч доля выхода из строя личного состава составит 12 %;
- через 6 ч – 20 %;
- через 12 ч – 20 %;
- через 1 сут – 20 %;
- через 14 сут – 20 %;
- через 30 сут – 100 %;
- прогнозируемая смертность через 30 сут составит 20 %.

Мощность ядерного взрыва (тыс.т): 2

Средний угол между маршрутом движения и осью прогнозируемой зоны заражения: 90

Скорость движения (км/ч): 4

Время прошедшее после взрыва (ч.): 2

Скорость среднего ветра (км/ч): 10

Продолжительность нахождения в зонах (ч.): 0,5

Удаление от центра взрыва (км): 4

Наименование укрытия и транспортных средств или условия расположения (действия) войск (населения):

Артиллерийские инженерные и тыловые части (подразделения):

- Крытые вагоны
- Пассажирские вагоны (локомотивы)
- ВОЙСКА ПРИ ДВИЖЕНИИ (ДЕЙСТВИИ) В ШТАТНОЙ ТЕХНИКЕ
- Артиллерийские инженерные и тыловые части (подразделения)
- Зенитно-ракетные и разведывательные части (подразделения)
- Мотострелковые части (подразделения)
- Танковые части, ракетные части
- Танковые подразделения

Ранее полученная доза: 40

Время прошедшее от предыдущего облучения: 1 неделя

Расчет

Выход

Рисунок 4.5.8 – Ввод исходных данных в компьютерной программе «Определение радиационных потерь при преодолении прогнозируемых зон загрязнения»

Суммарный выход из строя личного состава ко времени от начала облучения в зависимости от полученной дозой излучения

Время выхода из строя после начала облучения:

3 часа: 12 %

6 часов: 20 %

12 часов: 20 %

1 сутки: 20 %

14 суток: 20 %

30 суток: 100 %

Смертность облученных: 20 %

Закреть

Рисунок 4.5.9 – Результаты расчета

Рассмотрим примеры решения задач по оценке возможных последствий при преодолении зон радиоактивного загрязнения местности.

Задача № 4.5.7. Перед началом движения группы спасателей максимальная мощность дозы на оси радиоактивного следа составляла 74

Р/ч. Движение осуществляется пешком и продолжается 1,5 ч. Определить дозу, которую получит личный состав при пересечении радиоактивного следа под углом 45°.

Дано:

$$P_{\max} = 74 \text{ Р/ч};$$

$$\alpha = 45^\circ;$$

$$t = 1,5 \text{ ч};$$

$$K_{\text{осл}} = 1.$$

Найти:

Д.

Решение:

$$1. \text{ Так как } \alpha = 45^\circ, \text{ то } P_{\text{ср}} = 1,5 \frac{P_{\max}}{4} = 1,5 \cdot \frac{74}{4} = 27,75 \text{ Р/ч.}$$

$$2. \text{ Д} = \frac{P_{\text{ср}} t}{K_{\text{осл}}} = \frac{27,75 \cdot 1,5}{1} = 41,6 \text{ Р} \approx 41,6 \text{ рад.}$$

Ответ: личный состав получит дозу 41,6 рад.

Задача № 4.5.8. *Аварийно-спасательное формирование получило приказ совершить пеший переход (скорость движения 4 км/ч) из пункта А в пункт Б, расстояние между которыми 5,2 км. Мощность дозы в пункте А составляет 18 Р/ч, в пункте Б – 12,5 Р/ч. Какую дозу получит личный состав?*

Дано:

$$P_A = 18 \text{ Р/ч};$$

$$P_B = 12,5 \text{ Р/ч};$$

$$L = 5,2 \text{ км};$$

$$V = 4 \text{ км/ч};$$

$$K_{\text{осл}} = 1.$$

Найти: Д.

Решение:

$$1. P_{\text{ср}} = \frac{P_A + P_B}{2} = \frac{18 + 12,5}{2} = 15,25 \text{ Р/ч.}$$

$$2. \text{ Д} = \frac{P_{\text{ср}} t}{K_{\text{осл}}} = \frac{P_{\text{ср}} L}{VK_{\text{осл}}} = \frac{15,25 \cdot 5,2}{4 \cdot 1} = 19,8 \text{ Р} \approx 19,8 \text{ рад.}$$

Ответ: личный состав получит дозу 19,8 рад.

Оценка предельной продолжительности пребывания в зонах радиоактивного загрязнения.

Допустимое время пребывания (работы) в зонах радиоактивного загрязнения определяется для случая, когда установлена некоторая предельная

доза, и с учетом данной информации требуется определить максимальное время пребывания в зоне загрязнения $T_{пр}$, при котором получаемая в процессе облучения доза не превысит установленного предельного показателя.

Допустимое время пребывания (работы) $T_{пр}$ определяется по формуле

$$T_{пр} = \frac{K_{осл} D_{уст}}{P_{ср}}, \quad (4.5.10)$$

где $K_{осл}$ – коэффициент ослабления;

$D_{уст}$ – установленная доза, Зв;

$P_{ср}$ – средняя мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения, Зв/ч.

В сложившихся условиях требуется начать работу как можно раньше (например, спасательные работы), но при этом необходимо, чтобы личный состав не получил дозу больше, чем допустимая (установленная).

Компьютерная программа «Определение продолжительности пребывания в прогнозируемой зоне загрязнения по заданной дозе» осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- наиболее опасная прогнозируемая зона загрязнения, в которой будет находиться личный состав (население) (А, Б, В, Г);
- время начала облучения, отсчитываемое от момента ядерного взрыва (мин, ч, сут);
- заданная доза (рад);
- коэффициент ослабления (безразмерная величина).

В качестве примера произведен расчет для следующей задачи: определить максимальное время пребывания личного состава ($K_{осл} = 4$) на внутренней границе зоны В при установленной максимальной дозе облучения личного состава 100 рад, если после ядерного взрыва прошло 15 мин (рисунок 4.5.10).

Таким образом, продолжительность пребывания личного состава в прогнозируемой зоне загрязнения по заданной дозе составляет $T_{пр} = 15,14$ мин.

Рисунок 4.5.10 – Результаты расчета в компьютерной программе «Определение продолжительности пребывания в прогнозируемой зоне загрязнения по заданной дозе»

Рассмотрим пример решения задачи по определению предельной продолжительности пребывания в зонах радиоактивного загрязнения местности.

Задача № 4.5.9. Спасатели начали работать на объекте, где мощность дозы составляет 45 Р/ч. Определить предельную допустимую продолжительность работы одной смены спасателей, если полученная личным составом максимальная доза не должна превысить 40 рад.

Дано:

$$P_{\text{ср}} = 45 \text{ Р/ч};$$

$$D_{\text{уст}} = 40 \text{ рад};$$

$$K_{\text{осл}} = 1.$$

Найти:

$$T_{\text{пр}}.$$

Решение:

$$T_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{осл}} D_{\text{уст}}}{P_{\text{ср}}} = \frac{1 \cdot 40}{45} = 0,88 \text{ ч} = 53 \text{ мин}.$$

Ответ: предельная продолжительность работы одной смены спасателей не должна превышать 53 мин.

Прогнозирование радиационных потерь при массированных ядерных ударах.

Методика оценки радиационных потерь при массированных ядерных ударах основана на следующих допущениях:

линейные размеры территории, по которой наносится ядерный удар, не менее 100 км;

распределение наземных ядерных взрывов в пределах территории равномерное;

продолжительность нанесения ядерного удара не превышает 2 ч;

продолжительность пребывания личного состава (населения) на заданной площади, отсчитанная от времени ядерного удара, не менее 12 ч.

Исходные данные для расчета:

– площадь территории S , по которой прогнозируется нанесение массированного ядерного удара, км²;

– количество наземных взрывов N_i (ед.) мощностью q_i (тыс. т);

– условия пребывания личного состава (населения) на данной территории – $K_{осл\ i}$;

– доля личного состава (населения), находящегося в условиях с одинаковой кратностью ослабления излучения, C_i (в %);

– продолжительность облучения личного состава (в сут).

Порядок решения:

1. Вычислить суммарную мощность взрывов в ядерном ударе, тыс. т

$$P = \sum_{i=1} q_i N_i \quad (4.5.11)$$

2. Рассчитать плотность ядерного удара, тыс. т/км²

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1} q_i N_i}{S} \quad (4.5.12)$$

3. Вычислить среднюю мощность взрывов в ядерном ударе, тыс. т

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1} q_i N_i}{N_{об}} \quad (4.5.13)$$

4. По значениям средней мощности взрывов в ядерном ударе $\bar{q}$, плотности ядерного удара Δ и кратности ослабления излучения $K_{осл\ i}$, по справочной таблице оценить процент радиационных потерь Π_i среди личного состава (населения) на заданной площади C_i .

5. Общие радиационные потери вычисляют по формуле

$$П_{об} = \sum_{i=1}^m C_i П_i \quad (4.5.14)$$

где m – число различных условий пребывания личного состава (населения).

Рассмотрим порядок работы со справочной таблицей «Приближенные значения радиационных потерь при массированных ядерных ударах, в %».

В первом столбце таблицы выбирается коэффициент ослабления $K_{осл}$.

Во втором столбце выбирается средняя мощность ядерного взрыва q (тыс.т).

В верхней строке таблицы выбирается значение плотности ядерного удара Δ (тыс. т/км²).

В теле таблицы на пересечении соответствующей строки и столбца указано приближенное значение радиационных потерь при массированных ядерных ударах, в % (рисунок 4.5.11).

К _{осл}	Средняя мощность взрыва, q, тыс.т	Плотность ядерного удара, Δ тыс. т/км ²													
		0,001	0,002	0,003	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	1
1	1	0,5	1	2,6	5,2	11	27	43	56	66	80	87	92	96	98
	10	–	0,9	2,2	4,5	10	21	29	34	39	51	62	66	88	95
	100	–	–	1,2	2,4	4,9	11	15	19	23	30	37	48	63	85
	1 000	–	–	0,6	1,2	2,4	4,8	8	10	12	16	21	30	45	70
	10 000	–	–	–	0,8	1,5	3,1	5	6,5	7,8	12	14	20	29	43
2	1	–	–	–	0,9	1,8	3,6	6	9	12	23	46	78	89	96
	10	–	–	0,9	1,8	3,6	7,2	12	16	21	32	43	64	82	91
	100	–	–	0,6	1,2	2,4	4,8	8	11	14	19	25	34	48	73
	1 000	–	–	–	0,6	1,3	2,5	3,8	5,2	7	10	14	18	27	48
	10 000	–	–	–	–	0,9	1,7	2,6	3,5	4,4	6,5	9	13	20	30

Рисунок 4.5.11 – Определение приближенных значений радиационных потерь при массированных ядерных ударах, в %

Компьютерная программа «Оценка радиационных потерь при массированных ядерных ударах» осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- площадь территории, по которой нанесен ядерный удар (км²);
- продолжительность облучения (от 12 ч до 4 сут);
- количество групп взрывов (с указанием количества зарядов и их мощности в тротиловом эквиваленте в каждой из групп);

– количество различных условий пребывания личного состава (с указанием коэффициента ослабления и доли личного состава с одинаковым расположением).

В качестве примера с использованием компьютерной программы проведен расчет для следующих исходных данных: определить общие радиационные потери среди работников объекта, расположенного в квадрате нанесения массированного ядерного удара площадью 1 000 км². Массированный ядерный удар состоит из одной группы взрывов, трех зарядов мощностью 200 тыс. т каждый. Условия пребывания работников на территории объекта следующие: 50 % – в подвальных укрытиях ($K_{осл}=400$), 40 % – в двухэтажных каменных зданиях ($K_{осл}=15$), 10 % – на открытой местности ($K_{осл}=1$).

Оценка радиационных потерь при массированных ядерных ударах

Площадь территории, по которой нанесён ядерный удар: 1000

Продолжительность облучения, сут.: 4 и более

Количество групп взрывов: 1

i	1
N, ед.	3
Q, тыс. т	200

Количество различных условий пребывания л/с: 3

i	1	2	3
K	400	15	1
C, %	50	40	10
П, %	0,2	0,4	65,5

Результат

Плотность ядерного удара: 0,600

Средняя мощность взрыва: 200,000

Общие радиационные потери, %: 6,8

Рисунок 4.5.12 – Результаты расчета в компьютерной программе «Оценка радиационных потерь при массированных ядерных ударах»

По результатам расчета удалось оценить следующие параметры (рисунок 4.5.12):

- плотность ядерного удара – 0,6 тыс. т /км²;
- средняя мощность взрыва – 200 тыс. т;
- общие радиационные потери – 6,8 %.

Моделирование распространения радиоактивных материалов при авариях на АЭС.

Ознакомимся со специализированным программным комплексом «НОСТРАДАМУС», который предназначен для оперативного прогнозирования радиационной обстановки при выбросах радиоактивных материалов во время аварий на АЭС и других ядерных объектах. Организацией-разработчиком программного комплекса «НОСТРАДАМУС» является ИБРАЭ РАН (рисунок 4.5.13).

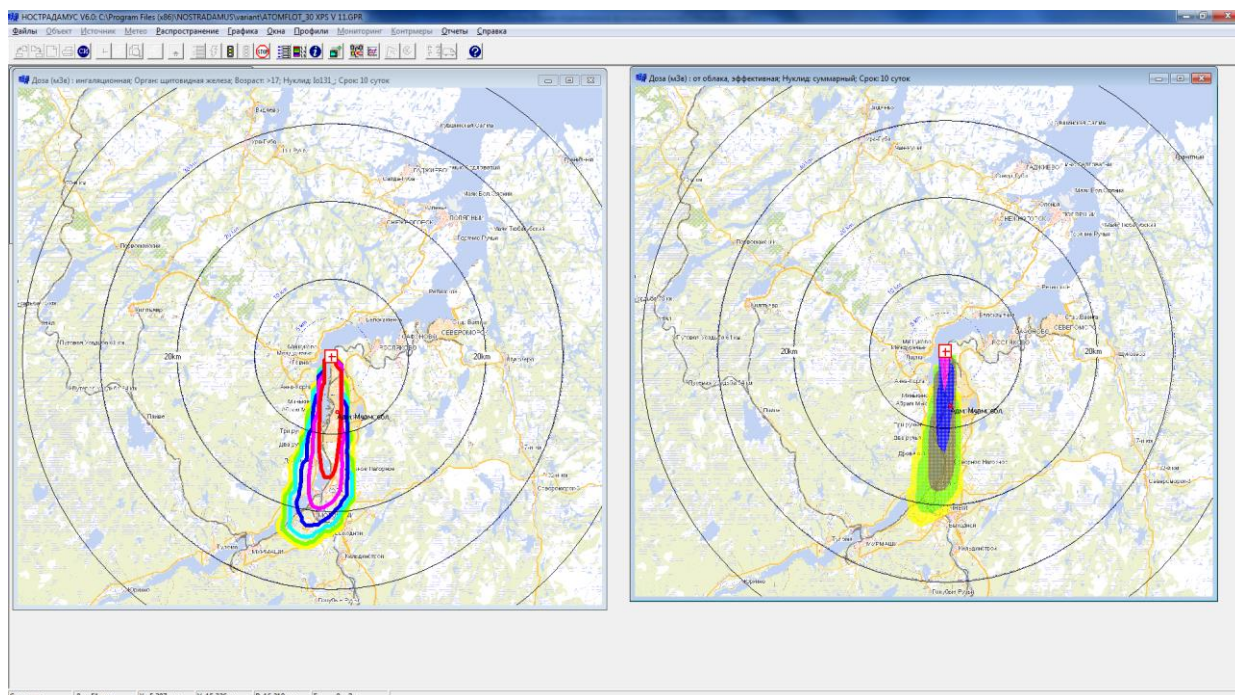


Рисунок 4.5.13 – Программный комплекс «НОСТРАДАМУС»

Программный комплекс «НОСТРАДАМУС» позволяет рассчитывать следующие данные:

- мгновенные значения приземных концентраций для каждого радионуклида;
- временные интегралы концентраций;
- мощности дозы и дозы от каждого радионуклида (или суммарные от всех нуклидов) на разные органы, с учетом возрастных групп и по разным путям облучения:
 - внешнее облучение от радиоактивного облака;
 - внешнее облучение от загрязненной поверхности;
 - внутреннее облучение от ингаляционного поступления радионуклидов.

Система может быть использована для моделирования распространения выброса любого материала, в том числе токсичных веществ в газовой и/или аэрозольной форме с последующим выпадением на почву, но имеет углубленную ориентацию на объекты атомной энергетики и выбросы радиоактивных веществ в атмосферу. Она содержит базу данных по свойствам радионуклидов (коэффициенты дозового преобразования, периоды полураспада).

Выходными данными системы являются приземные объемные активности нуклидов, плотности радиоактивных выпадений, а также прогнозируемые дозы и мощности дозы от разных нуклидов и по разным путям облучения. Результаты моделирования в процессе расчетов отображаются на карте местности в виде контурных линий уровня или закрашенных областей (рисунок 4.5.14).

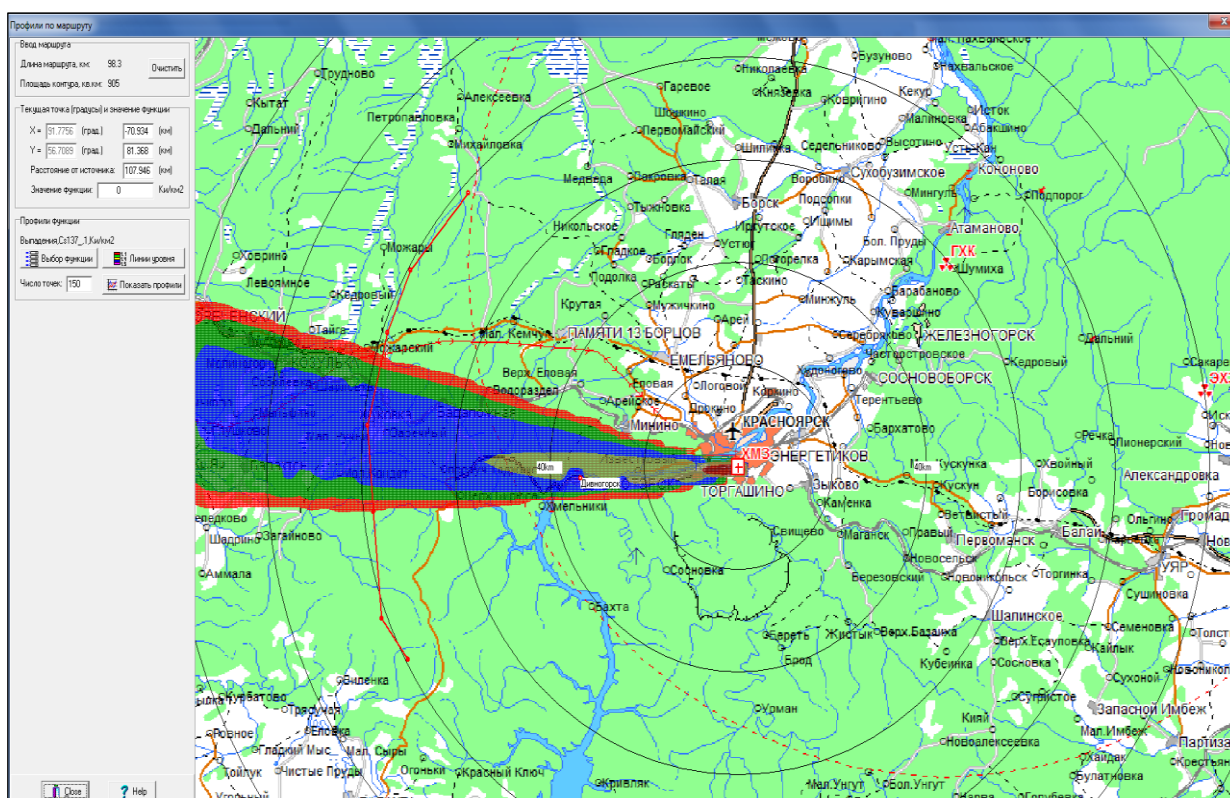


Рисунок 4.5.14 – Расчет в программном комплексе «НОСТРАДАМУС»

Программный комплекс «НОСТРАДАМУС» является достаточно сложным, специализированным программным обеспечением, которое в большей степени подходит для деятельности специалистов аварийно-спасательных формирований Росатома. В настоящем учебном пособии программный комплекс «НОСТРАДАМУС» представлен для ознакомления обучающихся с возможностями моделирования.

В ЦУКС главных управлений МЧС России по субъектам РФ данное программное обеспечение используется с применением разработанных и загруженных специалистами Росатома моделей распространения радиоактивных материалов для различных сценариев развития возможных аварий на объектах использования атомной энергии.

Оценка радиационной обстановки при аварии на АЭС.

Методика оценки радиационной обстановки при запроектной аварии на атомной станции подробно описана в ГОСТ Р 22.2.11-2018. Предназначена для оценки радиационной обстановки при запроектной аварии на АЭС с реакторами типа ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000.

Радиационная обстановка зависит от типа реактора, количества и радионуклидного состава выброшенных в результате запроектной аварии на АЭС во внешнюю среду радиоактивных веществ, расстояния до АЭС, метеорологических условий, состояния подстилающей поверхности и др.

Количество радиоактивных веществ принимается по аналогии с аварией на 4-м блоке Чернобыльской атомной электростанции – 3 % от их содержания в активной зоне реактора. Количественный состав выброса радиоактивных веществ, принятый для расчета элементов радиационной обстановки, определен отдельно для каждого радионуклида, %, от его максимального содержания в активной зоне применительно к VII уровню аварии по международной шкале INES. В качестве исходных данных используются либо наиболее вероятные, либо неблагоприятные метеорологические условия.

Компьютерная программа «Методика оценки радиационной обстановки при разрушении ядерного энергетического реактора на атомной станции» осуществляет расчеты на основании следующих вводимых пользователем исходных данных:

- тип реактора (РБМК-1000, ВВЭР-1000, ВВЭР-440);
- степень вертикальной устойчивости атмосферы (конвекция, изотермия, инверсия);
- скорость ветра (менее 2 м/с, 2 м/с, 3 м/с, 5 м/с).

В качестве примера в компьютерной программе произведен расчет для следующей задачи: оценить радиационную обстановку при разрушении ядерного энергетического реактора на атомной станции типа ВВЭР-1000. Метеоусловия: конвекция, скорость ветра 2 м/с (рисунок 4.5.15).

Рисунок 4.5.15 – Исходные данные в компьютерной программе «Методика оценки радиационной обстановки при разрушении ядерного энергетического реактора на атомной станции»

На основании исходных данных компьютерная программа «Методика оценки радиационной обстановки при разрушении ядерного энергетического реактора на атомной станции» позволяет определить (рисунок 4.5.16):

- размеры зон радиоактивного загрязнения местности;
- размеры зон облучения щитовидной железы;
- время начала формирования следа радиоактивного облака;
- мощность дозы внешнего γ -излучения на следе облака;
- плотность радиоактивного загрязнения;
- максимальную объемную активность в приземном слое атмосферы;
- дозу внешнего облучения при прохождении радиоактивного облака;
- дозу внешнего облучения при расположении на следе облака;
- дозу внутреннего облучения при ингаляционном поступлении радиоактивных веществ;
- дозу облучения щитовидной железы;
- дозу внешнего облучения при преодолении следа облака;
- допустимое время начала преодоления следа облака;
- допустимое время пребывания на загрязненной территории;
- допустимое время начала работ на загрязненной территории.

Исходными данными для оценки радиационной обстановки является дополнительная информация, которую приводят отдельно при рассмотрении каждой конкретной задачи.

Зоны радиоактивного загрязнения представляют собой участки местности, ограниченные изолиниями доз внешнего облучения, которые может получить незащищенное население при открытом расположении за промежутки времени, определяемые с момента начала выброса радиоактивных веществ (время формирования заданной дозы облучения).



Рисунок 4.5.16 – Интерфейс компьютерной программы

В соответствующем разделе компьютерной программы «Определение размеров зон радиоактивного загрязнения местности» вводится дополнительная информация. В примере произвели определение размеров зон радиоактивного загрязнения при дозе внешнего облучения 100 рад и времени формирования заданной дозы – 2 сут.

В результате расчета определили длину (7 км), ширину (1,4 км) и площадь зоны радиоактивного загрязнения (7,84 км²) в результате аварии (рисунок 4.5.17).

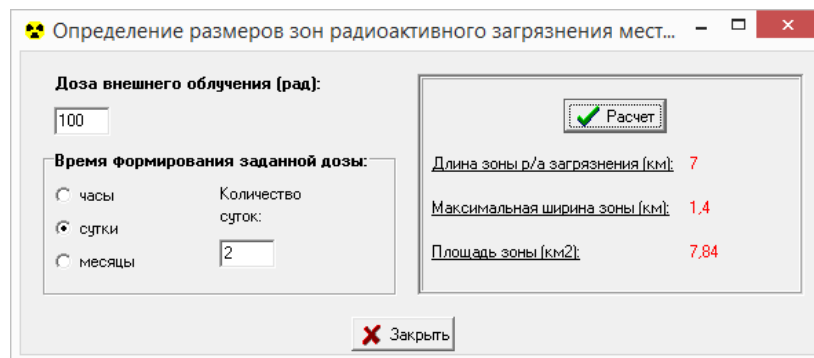


Рисунок 4.5.17 – Результаты определения размеров зон радиоактивного загрязнения местности

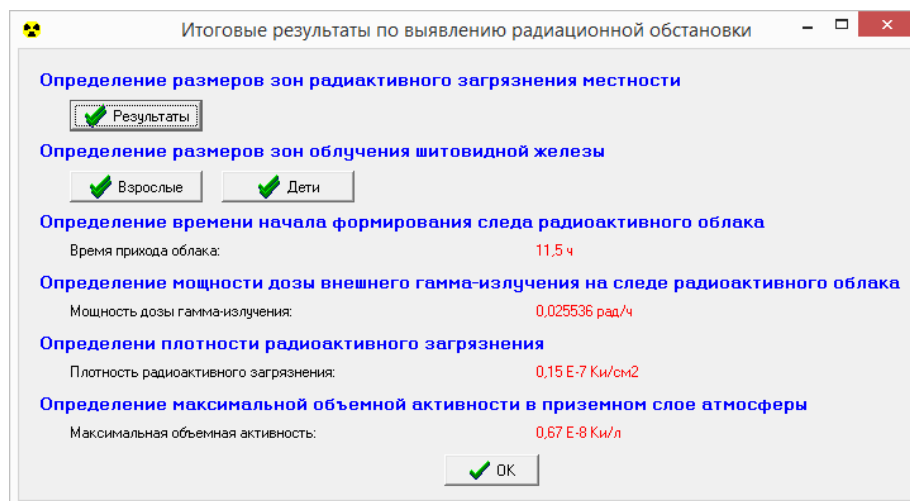


Рисунок 4.5.18 – Результаты расчета в компьютерной программе «Методика оценки радиационной обстановки при разрушении ядерного энергетического реактора на атомной станции»

4.6. Контрольные вопросы по четвертой главе

1. Что включает в себя радиационный контроль?
2. Что включает в себя дозиметрический контроль?
3. Что включает в себя радиометрический контроль?
4. Что включает в себя динамический радиационный контроль?
5. Что представляет собой санитарно-защитная зона?
6. Что относится к зоне наблюдения?
7. Что понимается под «режимом радиационной защиты»?
8. Перечислите методы регистрации радиоактивного излучения.
9. Чем отличаются радиометры, дозиметры и спектрометры.
10. Опишите принцип функционирования автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО).
11. Что представляет собой поточный радиационный контроль транспорта?
12. Что представляет собой радиационное обследование местности и акваторий?
13. Что представляет собой аэродинамический радиационный контроль?
14. Что включает в себя сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения (СНЛК)?
15. Объясните методику выявления размеров зон радиоактивного загрязнения местности.
16. Объясните методику прогнозирования мощности дозы после ядерного взрыва и аварии на АЭС.

17. Объясните методику определения времени нанесения ядерного удара.
18. Объясните методику оценки полученной дозы облучения при нахождении в зонах радиоактивного загрязнения.
19. Объясните методику оценки возможных радиационных потерь.
20. Объясните методику оценки возможных последствий при преодолении зон радиоактивного загрязнения.
21. Объясните методику оценки предельной продолжительности пребывания в зонах радиоактивного загрязнения.
22. Объясните методику прогнозирования радиационных потерь при массированных ядерных ударах.
23. Какие возможности предоставляет использование специализированных программных комплексов (на примере «НОСТРАДАМУС»)?
24. По каким методикам и направлениям осуществляется оценка радиационной обстановки при авариях на АЭС.

ГЛАВА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОЙ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ

Цель изучения: обобщить существующие требования и подходы при планировании защитных мероприятий в рамках разработки планов гражданской обороны и защиты населения (планов ГО) на основе оценки возможной РХБ обстановки.

Учебные вопросы:

- 5.1. Биологическое оружие и биологические опасности.
- 5.2. Оценка возможной РХБ обстановки.
- 5.3. Организация деятельности НАСФ, НФГО, спасательных служб.
- 5.4. Укрытие работников в ЗС ГО.
- 5.5. Мероприятия по эвакуации работников и материальных ценностей организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне.

Нормативно-правовые акты:

1. Приказ МЧС России от 14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях».
2. Приказ МЧС России от 17.12.2008 № 783 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в МЧС России».
3. Приказ МЧС России от 23.05.2017 № 230 «Об утверждении Положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны структурных подразделениях (работниках) организаций».

5.1. Биологическое оружие и биологические опасности

Биологическое оружие – это патогенные микроорганизмы или их споры, вирусы, бактериальные токсины, заражающие людей и животных, предназначенные для массового поражения живой силы и населения противника, сельскохозяйственных животных, посевов сельскохозяйственных культур, заражения продовольствия и источников воды, а также порчи некоторых видов военного снаряжения и военных материалов.

Биологическое оружие является оружием массового поражения и запрещено согласно Женевскому протоколу 1925 г. и конвенции о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) оружия и токсичного оружия подписанной в 1972 г.

Разновидностями биологического оружия являются энтомологическое оружие, которое использует насекомых для атаки противника, и генетическое оружие, предназначенное для избирательного поражения населения по расовому, этническому, половому или иному генетически обусловленному признаку.

Основу поражающего действия биологического оружия составляют бактериальные (биологические) средства – специально отобранные для боевого применения биологические агенты, способные при своем проникновении в организм людей, животных или в растения вызывать заболевания и поражения. К ним относятся: отдельные виды болезнетворных микробов возбудителей наиболее опасных инфекционных заболеваний; микробные токсины – продукты жизнедеятельности некоторых микробов и бактерий, обладающие по отношению к организму человека крайне высокой ядовитостью (токсичностью).

В таблице 5.1.1. представлена характеристика наиболее вероятных заболеваний человека.

Таблица 5.1.1 – Характеристика наиболее вероятных заболеваний человека

Заболевание	Возбудитель	Класс биологического средства	Контагиозность
Коронавирус	Вирус	Временно выводящие из строя	Очень высокая
Сибирская язва	Бактерия	Смертельного действия	Низкая
Ку-лихорадка	Риккетсия	Временно выводящие из строя	Низкая
Холера	Бактерия	Временно выводящие из строя	Очень высокая
Желтая лихорадка	Вирус	Временно выводящие из строя	Высокая
Оспа	Вирус	Смертельного действия	Очень высокая
Сап	Бактерия	Смертельного действия	Низкая
Чума	Бактерия	Смертельного действия	Очень высокая
Бластомикоз	Грибок	Смертельного действия	Отсутствует

Классификация биологических агентов.

Бактерии – одноклеточные микроорганизмы, видимые только под микроскопом, которые размножаются простым делением. Они быстро погибают от воздействия прямых солнечных лучей, дезинфицирующих веществ и высокой температуры.

Вирусы – микроорганизмы по размерам в сотни раз меньше самых мелких видов бактерий. В отличие от бактерий вирусы могут развиваться только в клетках живых тканей и являются внутриклеточными паразитами.

Риккетсии – группа микроорганизмов, занимающая промежуточное положение между бактериями и вирусами. По внешнему виду и размерам они приближаются к бактериям, а с вирусами их сближает паразитическая природа существования.

Грибки – микроорганизмы, отличающиеся от бактерий более сложным строением и способами размножения. Заболевания, вызываемые патогенными грибами, характеризуются поражением внутренних органов с тяжелым и длительным течением.

Микробные токсины – продукты жизнедеятельности некоторых видов бактерий, обладающие высокой токсичностью. При попадании с пищей, водой в организм человека, животных эти продукты вызывают тяжелые отравления, часто со смертельным исходом.

Маркировка опасных биологических грузов представлена на рисунке 5.1.1.



Рисунок 5.1.1 – Маркировка опасных биологических грузов

Критерии ЧС, обусловленных биологическими опасностями.

К биологическим опасностям относится наличие внутренних и внешних опасных биологических факторов, способных привести к возникновению и (или) распространению заболеваний с развитием:

- эпидемий;
- массовых отравлений;
- эпизоотий;
- эпифитотий.

Формирование критериев информации об отнесении биологических опасностей к ЧС входит в компетенцию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), а также Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор).

5.2. Оценка возможной радиационной, химической и биологической обстановки

Отнесению к категории по гражданской обороне (категории по ГО) подлежат организации (учреждения, предприятия и т. д.):

- имеющие важное оборонное и экономическое значение;
- имеющие мобилизационные задания;
- представляющие высокую степень потенциальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время.

Например, большинство учреждений МЧС России, имеют мобилизационное задание, что является достаточным условием для их отнесения к категории по ГО. Кроме того, учреждения МЧС России выполняют мероприятия по ГО (либо обеспечивают их выполнение), что является причиной их отнесения ко второй категории по ГО (при отсутствии других показателей для повышения категории по ГО, например, если штатная численность учреждения более 1 000 человек или учреждения расположены на территории закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО)).

Отнесение организации к категории по ГО проводится с целью организации и планирования мероприятий по защите собственных работников от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов. Таким образом, в организациях, отнесенных к категориям по ГО, обязаны проводиться: соответствующая подготовка, разработка (уточнение) планов ГО и ведение мероприятий по ГО.

Руководитель организации является руководителем ГО (на объектовом уровне). С целью организации управления мероприятиями по ГО руководителем учреждения (предприятия) из числа своих штатных работников назначается «уполномоченный в области ГО» (в соответствии с приказом МЧС России от 23.05.2017 № 230 «Об утверждении Положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны структурных подразделениях (работниках) организаций»). При этом руководитель ГО несет персональную ответственность за подготовку и ведение ГО в организации.

Разработка плана ГО в организации производится по исходным данным об обстановке, которая может сложиться на территории муниципального образования и субъекта РФ (условный противник, цели условного противника, характеристики и количество применяемых средств вооружения и т. д.). Исходные данные предоставляются по официальному письменному запросу организации из ГУ МЧС России по соответствующему субъекту РФ и (или) администрации муниципального образования.

В плане ГО организации рассматриваются следующие базовые сценарии, в результате которых на территории организации могут возникнуть

зоны разрушений, радиационного загрязнения, химического и биологического заражения (рисунок 5.2.1):

- применение условным противником обычных средств поражения (ОСП);
- применение условным противником оружия массового поражения (ОМП): ядерного оружия (ЯО), химического оружия (ХО), биологического оружия (БО);
- действия диверсионно-разведывательных групп с применением радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и биологических веществ (БВ).



Рисунок 5.2.1 – Базовые сценарии оценки возможной РХБ обстановки при разработке плана ГО организации

Планирование мероприятий по ГО осуществляется:

- на период мирного времени;
- нарастания угрозы агрессии против Российской Федерации (до объявления мобилизации);
- и военного времени.

В мирное время подготовка к ведению ГО организуется в соответствии с: годовыми планами, предусматривающими основные мероприятия по вопросам ГО, предупреждения и ликвидации ЧС; положением об организации и ведении ГО в организациях.

Основными нормативными правовыми актами, которые регламентируют планирование и проведение мероприятий по ГО в мирное время являются:

- приказ МЧС России от 17.12.2008 № 783 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в МЧС России»;
- приказ МЧС России от 14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях».

Планирование мероприятий на период нарастания угрозы агрессии против Российской Федерации (до объявления мобилизации) отражается в плане приведения в готовность ГО (это отдельный документ, помимо плана ГО).

Таким образом, краткая последовательность действий организации при разработке плана ГО:

- назначение работника, уполномоченного на решение задач в области ГО;
- приведение в соответствие и разработка нормативных и планирующих документов;
- определение мест и порядка укрытия работников в защитных сооружениях ГО (убежища, укрытия);
- определение сборных эвакуационных пунктов (СЭП) и порядка проведения эвакуационных мероприятий;
- обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ);
- теоретическая и практическая подготовка работников в области ГО;
- создание нештатных формирований из числа работников для обеспечения выполнения указанных мероприятий (НАСФ, НФГО, спасательные службы).

5.3. Организация деятельности нештатных аварийно-спасательных формирований, нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне, спасательных служб

В соответствии с Федеральным законом от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (п. 2, ст. 9) организации, отнесенные к категориям по ГО, создают и поддерживают в состоянии готовности нештатные формирования (НАСФ, НФГО, спасательные службы).

Нештатные аварийно-спасательные формирования (НАСФ).

НАСФ – это самостоятельные структуры, созданные на нештатной основе, оснащенные (специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами), подготовленные для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в очагах поражения и зонах возможных ЧС.

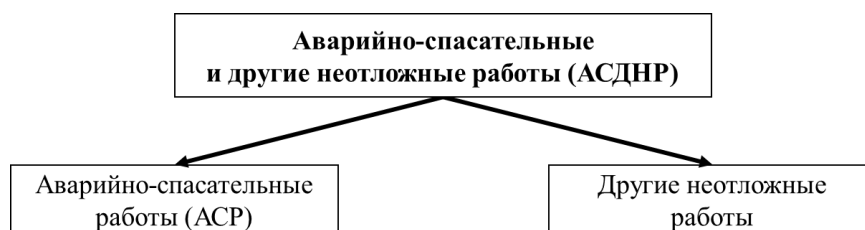


Рисунок 5.3.1 – Составляющие проведения АСДНР

Правовой статус создания НАСФ определен Федеральным законом от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (п. 3, ст. 7), а также Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ

«О промышленной безопасности» (ст. 10).

Типовой порядок создания НАСФ утвержден приказом МЧС России от 23.12.2005 № 999 «Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований».



Рисунок 5.3.2 – Пример НАСФ объединенного берегового технологического комплекса (ОБТК) «Сахалин Энерджи»

НАСФ создаются из числа работников организаций, которые имеют потенциально опасные производственные объекты (ПОО, ОПО), и эксплуатируют их, имеют важное оборонное и экономическое значение, представляют высокую степень опасности возникновения ЧС, а также всеми другими организациями (на усмотрение руководителя).

НАСФ подразделяются:

- по подчиненности на: региональные, муниципальные, объектовые;
- по численности на: посты, группы, звенья, команды и т. д.;
- по предназначению на: инженерные, спасательные, аварийно-технические, противопожарные, РХБ защиты и т. д.

Нештатные формирования по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне (НФГО).

НФГО в организациях создаются на основании приказа МЧС России от 18.12.2014 № 701 «Об утверждении Типового порядка создания нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне».

НФГО создаются в целях участия в обеспечении выполнения неотложных работ, не связанных с угрозой для жизни при ликвидации чрезвычайных ситуаций (рисунок 5.3.3).

Команды:	Пункты:	Группы:
по дорогам	питания	защитных сооружений
по мостам	снабжения	по ремонту
по электросетям	санитарной обработки	ветеринарная
охраны порядка	Звенья: подвоза воды, обслуживания защитных сооружений	
защиты животных		
по связи		

Рисунок 5.3.3 – Примерные наименования НФГО

Таблица 5.3.1 – Пример оформления структуры и состава НФГО организации

Нештатная должность в составе НФГО	Количество, чел.
КОМАНДОВАНИЕ	
Руководитель НФГО	1
Заместитель руководителя НФГО	1
ИТОГО за командование:	2
ГРУППА ОХРАНЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПОРЯДКА	
Командир группы	1
Начальник патруля	1
Патрульный	12
ИТОГО за группу:	14
...	
ПОСТ РХ НАБЛЮДЕНИЯ	
Командир поста	1
Командир центра анализа и сбора информации	1
Специалист по анализу и сбору информации	1
Разведчик-дозиметрист	3
Разведчик-химик	3
ИТОГО за пост:	9
...	
...	
...	
ИТОГО за НФГО	50

В примерный перечень создаваемых в организациях НФГО входят (таблица 5.3.1):

- командование (руководитель НФГО, заместитель руководителя НФГО);
- группа охраны общественного порядка (командир группы, начальник патруля, патрульные);
- санитарная дружина (командир дружины, старший санитар, санинструкторы);
- аварийно-техническая команда (командир команды, старший техник, техники);
- группа перевозки личного состава и грузов (командир группы, старший водитель, водители);
- группа связи (командир группы, старший радиотелефонист, радиотелефонисты, связисты);
- пост РХ наблюдения (командир поста, командир центра анализа и сбора информации, специалист по анализу и сбору информации; разведчики-дозиметристы, разведчики-химики);
- группа по обслуживанию защитных сооружений (командир группы, инженеры);
- и так далее в зависимости от конкретной специфики деятельности организации, на усмотрение руководителя организации (*например, пункты питания; пункты продовольственного снабжения; звено подвоза воды; станции специальной обработки одежды и транспорта; пункт санитарной обработки; ремонтно-восстановительные группы; аварийно-технические команды: по электросетям, по газовым сетям, по водопроводным сетям, по теплотсетям; автозаправочная станция*).

Материально-техническое обеспечение НАСФ и НФГО организации (на примере направления по РХБ защите).

Состав, структура и оснащение НАСФ и НФГО в организации определяются исходя из примерного перечня, примерных норм оснащения, носящими рекомендательный характер. Таким образом, состав, структура и оснащение НАСФ и НФГО могут расширяться на усмотрение соответствующих руководителей организаций.

Например, основными задачами НФГО организации по направлению РХБ защиты являются:

- проведение мероприятий по обеззараживанию техники, одежды, снаряжения организации;
- проведение мероприятий по санитарной обработке работников;
- контроль радиационной, химической и биологической обстановки в районе расположения организации.

Для выполнения указанных задач и проведения практических мероприятий в организации создаются следующие НФГО:

- станция специальной обработки (транспорта, одежды);
- пункт санитарной обработки;
- пост РХ наблюдения (рисунок 5.3.4).



Рисунок 5.3.4 – Пример организации поста РХ наблюдения в ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Накопление, хранение и использование материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств НАСФ и НФГО организаций, в том числе СИЗ и приборов РХБ разведки, осуществляется в соответствии с:

- постановлением Правительства РФ от 25.07.2020 № 1119 «Об утверждении Правил создания, использования и восполнения резервов материальных ресурсов ФОИВ для ликвидации ЧС природного и техногенного характера»;
- постановлением Правительства РФ от 27.04.2000 № 379 «О накоплении, хранении и использовании в целях ГО запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств».



Рисунок 5.3.5 – Элементы оснащения поста РХ наблюдения

В организациях издаются отдельные внутренние документы, регламентирующие вопросы материально-технического обеспечения с учетом

специфики деятельности и территориального расположения относительно потенциально-опасных объектов (ПОО) или источников возникновения возможных ЧС природного и техногенного характера.

Например, обеспечение учреждений МЧС России специальной техникой и средствами РХБ защиты осуществляется в соответствии с нормами обеспечения, утвержденными:

– приказом МЧС России от 05.05.2022 № 432 «Об утверждении норм обеспечения вооружением и средствами РХБ защиты структурных подразделений центрального аппарата (ЦА) МЧС России и ГУ МЧС России по субъектам РФ»;

– приказом МЧС России от 26.01.2021 № 30 «Об утверждении норм материально-технического обеспечения (МТО) поисково-спасательных формирований (ПСФ) МЧС России».

В настоящее время в соответствии с решением Министра МЧС России генерал-лейтенанта А.В. Куренкова от 16.09.2022 № ДЗ-АС-195-3939-АК в целях выработки единого подхода по оснащению территориальных органов (ТО) и учреждений МЧС России средствами РХБ защиты для реализации возложенных задач и функций разработан проект приказа, объединяющий и систематизирующий нормы обеспечения РХБ защиты для всех категорий учреждений МЧС России.

Спасательные службы.

Спасательная служба (субъекта РФ, муниципального образования) – это нештатное организационно-техническое объединение органов управления, сил и средств (предприятий, учреждений, организаций и их структурных подразделений), обладающих сходным профилем деятельности и способных (независимо от формы их собственности, ведомственной принадлежности и подчиненности) к совместному проведению конкретного вида специальных работ (включая подготовку необходимых сил и средств, а также всестороннее обеспечение их действий в ходе проведения АСДНР).

Приказом МЧС России от 14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях» определен рекомендуемый перечень спасательных служб: медицинская, инженерная, коммунальная, противопожарная, охраны общественного порядка, защиты животных и растений, оповещения и связи, защиты культурных ценностей, автотранспортная, торговли и питания, РХБ защиты и другие (рисунок 5.3.6).



Рисунок 5.3.6 – Примерный перечень спасательных служб, создаваемых в муниципальном образовании

Положение о спасательной службе муниципального образования разрабатывается ОМСУ, согласовывается с руководителем соответствующей

вышестоящей спасательной службы (субъекта РФ) и утверждается руководителем ОМСУ.

Для организации работы спасательных служб по вторичным рискам возникновения ЧС в муниципальных образованиях и субъектах РФ могут дополнительно создаваться: «спасательная служба психологического обеспечения»; «спасательная служба социальной поддержки и выплатам материальной помощи пострадавшим», «спасательная служба организации функционирования пунктов временного размещения (ПВР)», «спасательная служба оповещения и информирования населения».

Для организации круглосуточного взаимодействия спасательных служб с ЕДДС муниципального образования и управления всеми АСС, АСФ, НАСФ и т. д., входящими в состав спасательной службы, создаются (назначаются) соответствующие органы повседневного управления (рисунок 5.3.7).



Рисунок 5.3.7 – Схема взаимодействия спасательных служб с ЕДДС муниципального образования

5.4. Укрытие работников организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне

Основные нормативные правовые акты, устанавливающие требования по созданию защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО):

- постановление Правительства РФ от 29.11.1999 № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов ГО»;
- постановление Правительства РФ от 26.11.2007 № 804 «Об утверждении Положения о ГО в Российской Федерации»;
- приказ МЧС России от 17.12.2008 № 783 «Об утверждении Положения об организации и ведении ГО в МЧС России»;
- приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 «Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны»;

- приказ МЧС России от 21.07.2005 № 575 «Об утверждении Порядка содержания и использования защитных сооружений гражданской обороны в мирное время»;
- свод правил СП 88.13330.2022 «Защитные сооружения ГО»;
- свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне (ИТМ ГО)»;
- ГОСТ Р 22.2.13-2023 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по ГО, мероприятий по предупреждению ЧС природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства».

Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.11.1999 № 1309 утвержден порядок создания убежищ и иных объектов ГО. Данный порядок, в свою очередь, устанавливает правила создания (в мирное время, период мобилизации и военное время) убежищ и иных объектов ГО. В данном документе, в зависимости от назначения, определено 3 типа ЗС ГО (рисунок 5.4.1).

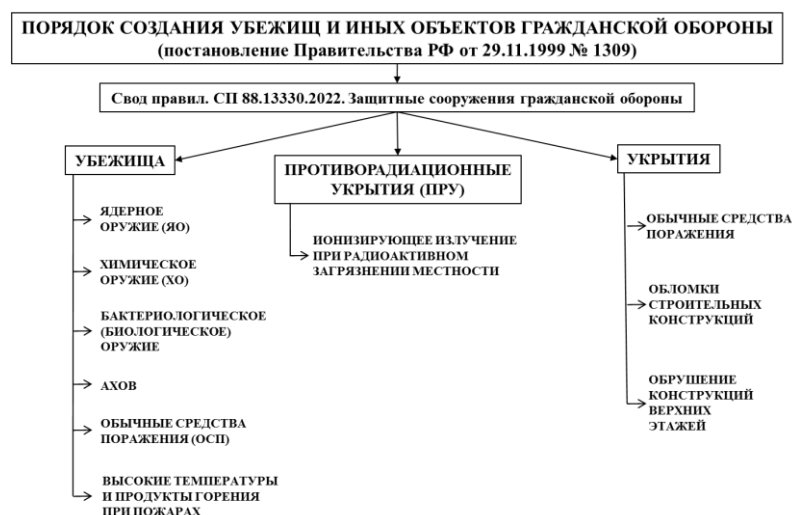


Рисунок 5.4.1 – Виды ЗС ГО

Убежища (У) предназначены для защиты укрываемых от воздействия поражающих факторов ядерного (ЯО), химического (ХО), биологического оружия (БО), обычных средств поражения (ОСП) и поражающих концентраций отравляющих веществ (ОВ), а также от высоких температур и продуктов горения при пожарах.

Противорадиационные укрытия (ПРУ) предназначены для защиты укрываемых от воздействия ионизирующих излучений при радиоактивном загрязнении местности, при этом допускающее непрерывное пребывание в нем укрываемых в течение определенного времени.

Простейшие укрытия (Укр) предназначены для защиты укрываемых от фугасного и осколочного действия ОСП, поражения обломками строительных конструкций, а также от обрушения конструкций вышерасположенных этажей зданий различной этажности.

Основополагающими критериями для создания ЗС ГО в организациях являются:

1. Наличие мобилизационного задания (заказа).
2. Наличие категории по ГО.
3. Осуществление деятельности работников организации на территории, отнесенной к группе по гражданской обороне (группа по ГО).
4. Осуществление деятельности работников организации на территории, попадающей в зону возможного радиоактивного загрязнения, химического и биологического заражения местности.

При этом первый и второй критерии должны выполняться одновременно. Критерий отнесения территории к группе по ГО влияет на выбор вида ЗС ГО, которое необходимо создавать (убежища или укрытия). *Например, при нахождении организации в зоне возможного радиоактивного загрязнения местности требуется создавать противорадиационные укрытия (ПРУ).*

На основании указанных критериев определяется потребность организации в ЗС ГО для укрытия работников из расчета наибольшей работающей смены (НРС).

НРС – это максимальная по численности работающая в военное время смена работников организации, имеющей мобилизационное задание (заказ).

Информацию об отнесении территории к группе по ГО и попадании организации в зоны возможного радиоактивного загрязнения, химического и биологического заражения местности необходимо уточнять путем официального запроса в ГУ МЧС России по соответствующим субъектам РФ.

В соответствии с п. 4.13 свода правил СП 88.13330.2022 «Защитные сооружения гражданской обороны» радиус сбора укрываемых должен составлять не более 500 м для ЗС ГО, расположенных на территориях, отнесенных к группе по ГО, для иных территорий – не более 1 000 м (рисунок 5.4.2).

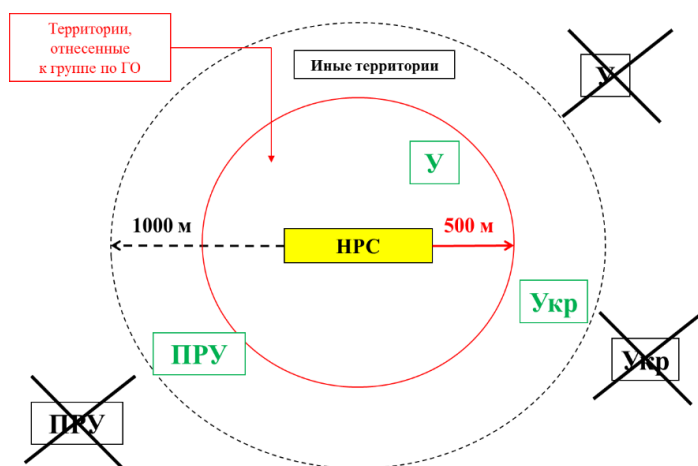


Рисунок 5.4.2 – Схема размещения ЗС ГО в районе расположения НРС

Мероприятия по обеспечению защитными сооружениями НРС организации зависят от количества людей в сменах и распределения их по местам выполнения мобилизационного задания (ЗС ГО создаются там, где осуществляет свою деятельность НРС в военное время).

При отсутствии в радиусе сбора ЗС ГО следует организовать мероприятия по приведению имеющихся заглубленных помещений подземного пространства до требований, предъявляемых к ЗС ГО необходимого типа, или использовать защитные сооружения блок-модульного типа (рисунок 5.4.3).



Рисунок 5.4.3 – Пример защитного сооружения блок-модульного типа

Таким образом, отнесение организации к категории по ГО обязывает ее обеспечивать укрытие своих работников в составе НРС в ЗС ГО.

5.5. Мероприятия по эвакуации работников и материальных ценностей организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне

Эвакуационные мероприятия – это комплекс согласованных по целям, задачам, месту и времени практических действий по подготовке и проведению эвакуации (рассредоточения) работников организаций, эвакуации (временному отселению) членов их семей в безопасные районы, выполнению мероприятий по защите материальных и культурных ценностей, а также реэвакуации.

Решение на проведение эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в соответствующие периоды принимает Правительство РФ или руководители субъектов РФ (в случае наделения их полномочиями).

Планы эвакуационных мероприятий организаций (оформляется отдельным документом, в дополнение к плану ГО и плану приведения в готовность ГО) реализуются на фоне: возможной угрозы агрессии против Российской Федерации; в период мобилизации; в период действия военного положения и в военное время:

- при введении планов приведения в готовность ГО;
- при введении планов ГО;
- при объявлении частичной или общей эвакуации.

При планировании, подготовке и проведении эвакуационных мероприятий создаются эвакуационные органы (эвакоорганы):

- эвакуационные комиссии (ЭК);
- рабочая группа ЭК;
- администрации сборных эвакуационных пунктов (СЭП);
- администрации промежуточных пунктов эвакуации;
- администрации приемных эвакуационных пунктов;
- группы управления на маршрутах пешей эвакуации;
- оперативные группы по эвакуации;
- администрации пунктов посадки (высадки) работников и членов их семей, погрузки (выгрузки) материальных и культурных ценностей на транспорт.

В организациях со штатной численностью менее 50 человек эвакуационные органы не создаются. Вопросы планирования и обеспечения эвакуационных мероприятий в данных организациях возлагаются на соответствующие территориальные органы и администрации муниципальных образований.

Например, для организаций МЧС России со штатной численностью менее 50 человек планирование и обеспечение эвакуационных мероприятий осуществляется территориальными органами МЧС России в пределах соответствующих территорий. Методическое руководство по планированию, подготовке, проведению эвакуационных мероприятий и их всестороннему обеспечению, а также координация и контроль в этой области в организациях МЧС России, расположенных в пределах субъектов РФ, возлагается на структурные подразделения ГУ МЧС России по соответствующим субъектам РФ.

Задачей формирования исходных данных эвакуационных мероприятий является оценка объемов предполагаемых практических мероприятий (при подготовке плана эвакуационных мероприятий). Основные исходные данные:

- перечень безопасных районов;
- сведения по местам размещения работников организации, а также материальных и культурных ценностей в безопасных районах;
- сведения о наличии зон возможных опасностей, исходя из оценки возможной обстановки на территории муниципального образования;
- сведения по численности работников организации и членов их семей;
- сведения о наличии личного транспорта у работников;
- сведения по медицинским и транспортным организациям, привлекаемым к проведению эвакуации работников организации;
- сведения по образовательным, медицинским и транспортным организациям, находящимся в безопасных районах;
- и другие исходные данные.

При планировании эвакуации (рассредоточения) работников организации и членов их семей учитываются мобилизационные планы.

В безопасных районах организации могут использовать имеющиеся жилые, общественные и административные здания, в том числе гостиницы, пансионаты, санатории, пионерские лагеря, базы отдыха, пункты временного и длительного размещения, имеющийся фонд муниципального и частного жилья, в том числе дачи в рамках подселения.

5.6. Контрольные вопросы по пятой главе

1. Что относится к биологическому оружию?
2. Приведите классификацию биологических агентов.
3. Как формируются критерии ЧС, обусловленных биологическими опасностями?
4. Объясните порядок и приведите примеры отнесения учреждений и предприятий к категории по гражданской обороне.
5. На основании каких исходных данных разрабатывается план гражданской обороны и защиты населения в организации?
6. Какие базовые сценарии рассматриваются при оценке возможной РХБ обстановки в плане ГО?
7. Перечислите основные нормативно-правовые акты, которые регламентируют планирование и проведение мероприятий по ГО.
8. Что относится к НАСФ? Приведите несколько конкретных примеров.
9. Что относится к НФГО? Приведите несколько конкретных примеров.

10. Что относится к спасательным службам (субъекта РФ, муниципального образования)? Приведите несколько конкретных примеров.

11. Какими нормативно-правовыми актами устанавливаются требования по созданию защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО)? Какие существуют типы ЗС ГО?

12. В чем отличия убежищ, противорадиационных укрытий и простейших укрытий?

13. По каким направлениям производится организация эвакуационных мероприятий? Какие органы создаются в организациях для планирования, подготовки и проведения эвакуационных мероприятий?

14. Что включают в себя мероприятия по подготовке безопасного района для размещения работников организации?

ГЛАВА 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

6.1. Рекомендации по оформлению рабочей тетради

Для организации учебной работы, конспектирования лекций, ведения записей на практических занятиях, решения задач и контрольных работ обучающимся необходимо завести отдельную рабочую тетрадь (96 л.). Рабочую тетрадь необходимо прошить, пронумеровать, оснастить обложку тетради биркой в соответствии с примером (рисунок 6.1.1).

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ по учебной дисциплине «Радиационная, химическая и биологическая защита» учебная группа _____ _____ (Фамилия Имя Отчество)

Рисунок 6.1.1 – Оформление бирки на обложке рабочей тетради

6.2. Проведение входного контроля

На рисунке 6.2.1 размещен QR-код для прохождения короткого тестирования, который можно добавить на слайды презентаций, что позволит наполнить презентацию элементами интерактивности.



Рисунок 6.2.1 – Тестирование с использованием мобильных устройств доступно на любом этапе образовательного процесса

6.3. Проведение практических занятий в формате «семинар-конференция»

«Семинар-конференция» представляет собой интересный динамичный формат проведения практических занятий с обучающимися, направленный на получение навыков подготовки:

- кратких, но при этом содержательных докладов, отражающих только самую важную информацию по рассматриваемому вопросу (для этого время докладов ограничивается 2-3 мин);
- развернутых ответов на вопросы, поступающих из аудитории (для этого все обучающиеся должны подготовить свои вопросы к докладчику);
- хороших вопросов к докладчику по существу выслушанного доклада.

В качестве учебно-материального обеспечения проведения занятия выступают стандартные технические средства обучения в учебной аудитории и материалы слайдовых презентаций.

В начале занятия преподавателем принимается доклад о готовности группы к занятию, проверяется наличие обучающихся, их внешний вид и готовность к занятию. Объявляется тема, цели и учебные вопросы занятия.

Преподаватель может подчеркнуть актуальность и значимость темы для дальнейшей практической деятельности обучающихся, а также объяснить особенности и преимущества занятия, проводимого в формате «семинар-конференции».

В рамках семинар-конференции отрабатываются учебные вопросы, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины. Все обучающиеся прибывают на занятие с подготовленными презентациями. Поочередно выступают перед группой (доклад не более 2-3 мин).

После каждого доклада происходит обязательное обсуждение выступления, задаются вопросы. В случае низкой активности работы в группе и отсутствия вопросов по докладам, преподаватель может самостоятельно выбирать обучающихся, которые зададут вопрос по теме доклада, что будет способствовать более внимательному слушанию и активному обсуждению.

Исходя из практического опыта отмечается, что иногда не подготовленные спонтанные вопросы обучающихся даже лучше способствуют развитию дискуссии и повышению интереса к дисциплине.

6.4. Исследовательская работа по оценке основных параметров химической обстановки

Объектом исследования является деятельность территориальных органов МЧС России по организации и проведению мероприятий по защите населения и территорий при авариях на химически опасных объектах (ХОО).

Задачи проводимой исследовательской работы:

1. Изучить теоретический материал по оценке химической обстановки.
2. Применить на практике полученные знания по проведению анализа и оценке химической обстановки.
3. Произвести необходимые расчеты, сделать соответствующие выводы.
4. На основе полученных выводов сформировать решение по ликвидации химической аварии.

1. Анализ оперативной обстановки

В 07:40 02.04.23 г. в ОДС ЦУКС ГУ МЧС России по Красноярскому краю от оперативного дежурного ЕДДС г. Красноярска поступила информация, что произошел разлив АХОВ на предприятии ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова» (ОАО «Красцветмет»), расположенном по адресу: г. Красноярск, Транспортный проезд, д. 1.

В производственном процессе предприятие использует хлор. Условия хранения АХОВ – жидкость под давлением. Причиной разлива хлора явилась разгерметизация вследствие коррозии емкости хранения (цистерны) объемом 0,8 т. Высота обвалования $H = 0,7$ м.

Метеоусловия: 20 °С, осадков нет, переменная облачность, ветер С-З, 3 м/с.

Справочно:

Класс опасности хлора – II (токсичный газ удушающего действия).

Максимально разовая ПДК (ПДК м.р.) – концентрация, не приносящая вреда организму человека, который дышит воздухом городской атмосферы на протяжении 22-35 мин – 0,1 мг/м³.

Среднесуточная ПДК (ПДК с.с.) – концентрация, не оказывающая негативного влияния на самочувствие горожан, дышащих воздухом в течение неопределенно долгого времени – 0,03 мг/м³.

ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДК р.з.) – концентрация, которая не станет причиной проблем со здоровьем у людей, вдыхающих воздух в здании в течение 7,5-8 ч в сутки – 1 мг/м³.

Раздражающее действие появляется при концентрации 0,01 г/м³, смертельные отравления возможны при 0,25 г/м³ и при вдыхании в течение 5 мин.

В 07:45 на место происшествия убыли ОГ МПСГ и ОГ ЦУКС ГУ МЧС России по Красноярскому краю.

В 07:50 к месту происшествия прибыли силы экстренного реагирования: пожарно-спасательное подразделение ФПС ГПС (8 чел., 2 ед. тех.); подразделение специализированной пожарно-спасательной части (20 чел., 3 ед. тех.); подразделение УВД (8 чел., 2 ед. тех.), бригады СМП (12 чел., 3 ед. тех.); дежурная смена НАСФ ОАО «Красцветмет» (30 чел.).

Санитарно-защитная зона от места хранения жидкого хлора составляет 1 000 м. В пределах санитарно-защитной зоны жилых и общественных зданий нет.

По системе связи и оповещения органов управления и сил РСЧС проведено оповещение членов Правительства Красноярского края, должностных лиц ГУ МЧС России по Красноярскому краю, органов управления и сил Ф и ТП РСЧС Красноярского края.

Оповещение населения проведено по СМС, местным телеканалам, радиостанциям и информационным агентствам.

В 08:10 в ГУ МЧС России по Красноярскому краю был развернут ПДОШ, в зону ЧС убыла ОГ ГУ МЧС России по Красноярскому краю.

В 08:40 проведено экстренное заседание КЧС и ОПБ Красноярского края. На заседании комиссии были рассмотрены вопросы по координации деятельности органов управления и сил Ф и ТП РСЧС в сложившейся обстановке. Постановлением Губернатора Красноярского края введен режим функционирования ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ для органов управления и сил ТП РСЧС Красноярского края, назначен руководитель ликвидации ЧС. Силами оперативных служб города проводятся экстренные мероприятия по защите населения и оказанию помощи пострадавшим.

2. Определение эквивалентного количества АХОВ в первичном облаке

Определим эквивалентное количество хлора $Q_{э1}$ (т) в первичном облаке по следующей формуле

$$Q_{э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (6.4.1)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ. В соответствии с таблицей В.3 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_1 = 0,18$.

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ. В соответствии с таблицей В.3 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_3 = 1$.

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы. В соответствии с таблицей В.1 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим степень вертикальной устойчивости атмосферы. Для рассматриваемого случая (ночь, ветер 3 м/с, переменная облачность) – инверсия. Следовательно, в нашем случае для инверсии выбираем $K_5 = 1$ (для изотермии – 0,23; для конвекции – 0,08);

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха. В соответствии с таблицей В.3 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_7 = 1$.

Q_0 – количество выброшенного АХОВ при аварии, т.

На основании полученных данных вычислим значение $Q_{э1}$ (т) по следующей формуле

$$Q_{э1} = 0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ т.}$$

3. Определение эквивалентного количества АХОВ во вторичном облаке

Определим эквивалентное количество хлора $Q_{э2}$ (т) во вторичном облаке по следующей формуле

$$Q_{э2} = \frac{(1-K_1)K_2K_3K_4K_5K_6K_7Q_0}{hd}, \quad (6.4.2)$$

где K_1, K_3, K_5, K_7 – соответствующие коэффициенты (см. п. 2 отчета);

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ. В соответствии с таблицей В.3 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_2 = 0,052$;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра. В соответствии с таблицей В.4 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») при скорости ветра 3 м/с выбираем $K_4 = 1,667$;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии (рассчитаем ниже);

h – толщина слоя АХОВ, м;

d – плотность АХОВ, т/м³. В соответствии с таблицей В.3 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $d = 1,553$ т/м³.

Для определения h (м) воспользуемся формулой

$$h = H - 0,2, \quad (6.4.3)$$

где H – высота поддона (обвалования). В соответствии с исходными данными $H = 0,7$ м.

Таким образом, вычислим значение h (м)

$$h = 0,7 - 0,2 = 0,5 \text{ м.}$$

Для определения K_6 воспользуемся следующей формулой

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases} \quad (6.4.4)$$

где T – продолжительность испарения АХОВ;

N – время, прошедшее с начала аварии.

Определим время испарения разлива хлора T по следующей формуле

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,5 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,667 \cdot 1} = 8,94 \text{ (ч)}. \quad (6.4.5)$$

При $N \geq T$, используя формулу (6.4.4), вычислим значение K_6 по следующей формуле

$$K_6 = T^{0,8} = 8,94^{0,8} = 5,769.$$

На основании полученных данных вычислим значение Q_{32} (т) по следующей формуле

$$Q_{32} = \frac{(1 - K_1)K_2K_3K_4K_5K_6K_7Q_0}{hd} =$$

$$= \frac{(1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,667 \cdot 1 \cdot 5,769 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 1,553} = 0,425 \text{ т.}$$

Рисунок 6.4.1 – Результаты расчета эквивалентного количества АХОВ в первичном и вторичном облаке, полученные с использованием компьютерной программы

Видим, что результаты, полученные с использованием компьютерной программы, аналогичны результатам, полученным путем ручного расчета (рисунок 6.4.1).

4. Расчет глубины зоны возможного химического заражения АХОВ

На основании таблицы В.2 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим значения глубины зоны химического заражения первичным (Γ_1) и вторичным (Γ_2) облаками АХОВ, в зависимости от эквивалентного количества вещества (см.

отчета) и скорости ветра.

Так как в таблице В.2 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») отсутствуют точные значения эквивалентных количеств АХОВ $Q_{э1}$ и $Q_{э2}$, определим максимальные значения глубины зоны химического заражения первичным (Γ_1) и вторичным (Γ_2) облаками АХОВ методом интерполяции.

Интерполяция – в вычислительной математике, нахождение неизвестных промежуточных значений некоторой функции, по имеющемуся дискретному набору ее известных значений.

Максимальные значения глубины зоны химического заражения первичным (Γ_1) и вторичным (Γ_2) облаками АХОВ определим по следующей формуле

$$\begin{aligned}\Gamma_1 &= \Gamma(Q_{\text{лев}}) + \left(\Gamma(Q_{\text{прав}}) - \Gamma(Q_{\text{лев}}) \right) \frac{(Q_{э1} - Q_{\text{лев}})}{(Q_{\text{прав}} - Q_{\text{лев}})} = \\ &= 0,68 + (1,53 - 0,68) \frac{(0,144 - 0,1)}{(0,5 - 0,1)} = 0,77 \text{ км},\end{aligned}\quad (6.4.6)$$

где $Q_{\text{лев}}, Q_{\text{прав}}$ – значения ближайших Q справа и слева от значения $Q_{э1}$, выбранных по верхней строке таблицы В.2 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне»);

$\Gamma(Q_{\text{лев}}), \Gamma(Q_{\text{прав}})$ – значения Γ в теле этой же таблицы В.2, соответствующие $Q_{\text{лев}}, Q_{\text{прав}}$.

Аналогично по формуле (6.4.6) методом интерполяции определим Γ_2

$$\begin{aligned}\Gamma_2 &= \Gamma(Q_{\text{лев}}) + \left(\Gamma(Q_{\text{прав}}) - \Gamma(Q_{\text{лев}}) \right) \frac{(Q_{э2} - Q_{\text{лев}})}{(Q_{\text{прав}} - Q_{\text{лев}})} = \\ &= 0,68 + (1,53 - 0,68) \frac{(0,424 - 0,1)}{(0,5 - 0,1)} = 1,37 \text{ км},\end{aligned}$$

Полную глубину зоны химического заражения $\Gamma_{\text{п}}$ (км), обусловленной одновременным воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определим по формуле

$$\Gamma_{\text{п}} = \Gamma' + 0,5\Gamma'' = 1,37 + 0,5 \cdot 0,77 = 1,76 \text{ км}, \quad (6.4.7)$$

где Γ' – наибольший и Γ'' – наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

Видим, что результаты, полученные с использованием компьютерной программы, аналогичны результатам, полученным путем ручного расчета (рисунок 6.4.2).

Параметр	Первичное	Вторичное
Определение эквивалентного кольца в-ва	0,14400000	0,42461451
Расчет глубины зоны заражения при аварии на АХОВ	1,75655 км	Г 1 0,77351 км Г 2 1,36981 км
Определение площади зоны фактического заражения АХОВ	1,75655 км²	
Определение площади зоны возможного заражения АХОВ		1,36981 км²
Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту	0,77351 мин.	
Определение продолжительности поражающего действия АХОВ	1,36981 мин.	
Определение возможных потерь людей	0,77351 %	
Определение площади зоны фактического заражения АХОВ по степени вертикальной устойчивости воздуха скорости ветра, времени после выброса и глубине заражения	1,75655 км²	

Рисунок 6.4.2 – Результаты расчета глубины зоны химического заражения первичным и вторичным облаком

Полученное значение $\Gamma_{\text{п}}$ сравним с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{в}}$, определяемым по формуле

$$\Gamma_{\text{в}} = N\vartheta = 8,94 \cdot 16 = 143,04 \text{ км}, \quad (6.4.8)$$

где N – заданное время, прошедшее от начала аварии, ч;

ϑ – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при заданной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч. В соответствии с таблицей В.5 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для инверсии и скорости ветра 3 м/с выбираем $\vartheta = 16$ км/ч.

За окончательную расчетную глубину $\Gamma_{\text{р}}$ зоны химического заражения примем меньшее из двух сравниваемых между собой значений

$$\Gamma_{\text{р}} = \min\{\Gamma_{\text{в}}; \Gamma_{\text{п}}\} = \min\{1,76; 143,04\} = 1,76 \text{ км}. \quad (6.4.9)$$

5. Расчет глубины зоны возможного химического заражения при полном разрушении химически опасного объекта в результате воздействия обычных средств поражения и крупномасштабных чрезвычайных ситуаций

В случае полного разрушения ХОО при заблаговременном прогнозировании глубины зоны возможного химического заражения рекомендуется применять данные на одновременный выброс суммарного запаса АХОВ на объекте и следующие метеорологические условия: изотермия, скорость ветра 3 м/с.

Для проведения расчетов примем за исходную информацию, что на объекте хранятся запасы следующих видов АХОВ: нитрил акриловой кислоты (C_3H_3N) – 200 т, аммиак (NH_3) – 150 т, хлор (Cl_2) – 30 т.

Определяем суммарное эквивалентное количество рассчитывающего по формуле

$$Q_3 = 20K_4K_5 \sum_{i=1}^n K_{2i}K_{3i}K_{6i}K_{7i} \frac{Q_i}{d_i}, \quad (6.4.10)$$

где n – количество различных i -ых видов АХОВ на объекте, принимаем $n = 3$ (в рассматриваемом примере на ПОО используются 3 вида АХОВ: нитрил акриловой кислоты, аммиак и хлор);

$K_{2i}, K_{3i}, K_{6i}, K_{7i}, Q_i, d_i$ – соответствующие значения для каждого i -го вида АХОВ, вычисленные по отдельности.

Время испарения каждого вида АХОВ составит

$$\begin{aligned} T_{C_3H_3N} &= \frac{hd}{K_2K_4K_7} = \frac{0,05 \cdot 0,806}{0,007 \cdot 2,34 \cdot 0,4} = 6,2 \text{ ч}, \\ T_{NH_3} &= \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 2,34 \cdot 1} = 0,584 \text{ ч}, \\ T_{Cl_2} &= \frac{0,05 \cdot 1,533}{0,052 \cdot 2,34 \cdot 1} = 2,64 \text{ ч}. \end{aligned}$$

По формуле (6.4.10) рассчитываем суммарное эквивалентное количество АХОВ (Q_3) в облаке зараженного воздуха при полном разрушении ПОО

$$\begin{aligned} Q_3 &= 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot \sum_{i=1}^n K_{2i}K_{3i}K_{6i}K_{7i} \frac{Q_i}{d_i} \\ &= 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot (0,052 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,553} + \\ &\quad + 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{150}{0,681} + 0,007 \cdot 0,8 \cdot 0,03 \cdot 0,4 \cdot \frac{200}{0,806}) = 9,537 \text{ т}. \end{aligned}$$

В соответствии с таблицей В.2 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») методом интерполяции по формуле (6.4.6) определим полную глубину зоны химического заражения Γ_{Π} (км) при полном разрушении ПОО

$$\begin{aligned}\Gamma_{\Pi} &= \Gamma(x_1) + (\Gamma(x_2) - \Gamma(x_1)) \frac{(Q_3 - x_1)}{(x_2 - x_1)} \\ &= 5,34 + (7,96 - 5,34) \frac{(9,537 - 5,34)}{(10 - 5)} = 7,539 \text{ км.}\end{aligned}$$

Сравним полученное значение $\Gamma_{\Pi}=7,539$ км с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{в}} = N\vartheta = 8,94 \cdot 18 = 160,92$ км. За окончательную расчетную глубину зоны химического заражения $\Gamma_{\text{р}}$ примем меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Таким образом, расчетная глубина зоны химического заражения при полном разрушении ПОО составит $\Gamma_{\text{р}}=7,539$ км.

6. Нанесение химической обстановки на карту

Для нанесения химической обстановки на карту используются следующие основные условные обозначения (рисунок 6.4.3–6.4.5).

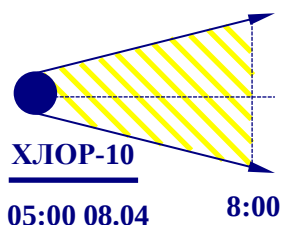


Рисунок 6.4.3 – Прогнозируемая зона заражения АХОВ с указанием типа АХОВ, его количества (в тоннах), времени и даты аварии (разрушения), направления и глубины распространения зараженного воздуха на определенное время

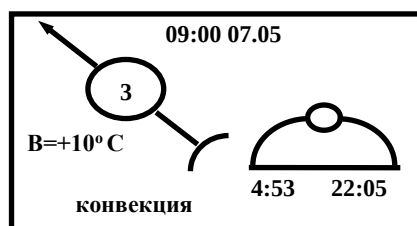


Рисунок 6.4.4 – Прогноз погоды на 09:00, 07.05 в приземном слое атмосферы (ветер – юго-восточный, 3 м/с; температура воздуха +10 °С; степень

вертикальной устойчивости атмосферы – конвекция; время восхода и захода Солнца)

ХЛОР
10 / 0,8

Рисунок 6.4.5 – Характеристика хранилища АХОВ: в числителе – тип вещества, в знаменателе – максимальное количество тонн, вместимость в максимальной емкости, т

6.5. Интерактивная контрольная работа для проверки усвоения методики оценки химической обстановки

На рисунке 6.5.1 размещен QR-код для прохождения интерактивной контрольной работы.

В контрольной работе обучающемуся дается две задачи по оценке химической обстановки и отводится 20 мин. на их решение.



Рисунок 6.5.1 – Контрольная работа с использованием мобильных устройств доступна на любом этапе образовательного процесса

Примеры решения и оформления практических заданий по методике прогнозирования масштабов возможного химического заражения аварийно химически опасными веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте.

Используемый источник: СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне».

Практическое задание № 6.5.1. Рассчитать время испарения свободного разлива 800 т хлора (сжиженный газ). Метеоусловия: изотермия, день, +20 °С, ветер 3 м/с, сплошная облачность.

Дано:

$$Q_0 = 800 \text{ т.}$$

Найти:

$$T = ?$$

Решение:

Определим искомое время испарения T разлива хлора по формуле

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1} \approx 0,89 \text{ ч} \approx 53 \text{ мин},$$

где h – толщина слоя АХОВ, м (при свободном разливе принимается равной 0,05 м);

d – плотность АХОВ, т/м³, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $d = 1,553 \text{ т/м}^3$;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_2 = 0,052$;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра, по таблице В.4 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») при скорости ветра 3 м/с выбираем $K_4 = 1,67$;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для хлора выбираем $K_7 = 1$.

Ответ: прогнозируемое время испарения разлива хлора в количестве 800 т составит 53 мин.

Практическое задание № 6.5.2. Рассчитать глубину зоны химического заражения первичным облаком в результате выброса 670 т

аммиака (сжиженный газ, хранился под давлением). Метеоусловия: инверсия, утро, - 20 °С, ветер 1 м/с, ясно, снежный покров.

Дано:

$$Q_0 = 670 \text{ т.}$$

Найти:

$$\Gamma_1 = ?$$

Решение:

1. Определим эквивалентное количество аммиака $Q_{э1}$ в первичном облаке по следующей формуле

$$Q_{э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0 = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 670 \approx 1,447 \text{ т,}$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для аммиака выбираем $K_1 = 0,18$;

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для аммиака выбираем $K_3 = 0,04$;

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы, по таблице В.1 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим степень вертикальной устойчивости атмосферы. Для рассматриваемого случая (утро, - 20 °С, ветер 1 м/с, ясно, снежный покров) – инверсия, следовательно, выбираем $K_5 = 1$;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для аммиака выбираем $K_7 = 0,3$.

2. Исходя из полученного значения $Q_{э1}$, по таблице В.2 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим значение $\Gamma_1 = 5,74$ км.

Ответ: прогнозируемая глубина зоны химического заражения первичным облаком в результате выброса 670 т аммиака составит 5,74 км.

Практическое задание № 6.5.3. Рассчитать глубину зоны химического заражения вторичным облаком в результате свободного разлива

800 т сероводорода (сжиженный газ) через 5 ч после аварии. Метеоусловия: инверсия, ночь, +20 °С, ветер 3 м/с, переменная облачность.

Дано:

$$Q_0 = 800 \text{ т};$$

$$N = 5 \text{ ч}.$$

Найти:

$$\Gamma_2 = ?$$

Решение:

1. Определим эквивалентное количество сероводорода $Q_{э2}$ во вторичном облаке по следующей формуле

$$Q_{э2} = \frac{(1 - K_1)K_2K_3K_4K_5K_6K_7Q_0}{hd} = \frac{(1 - 0,27) \cdot 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 800}{0,05 \cdot 0,964} \approx 30,533 \text{ т},$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для сероводорода выбираем $K_1 = 0,27$;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для сероводорода выбираем $K_2 = 0,042$;

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы стандартного АХОВ (хлора) к пороговой токсодозе сероводорода, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для сероводорода выбираем $K_3 = 0,036$;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра, по таблице В.4 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») при скорости ветра 3 м/с выбираем $K_4 = 1,67$;

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы, по таблице В.1 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим степень вертикальной устойчивости атмосферы. Для рассматриваемого случая

(ночь, +20 °С, ветер 3 м/с, переменная облачность) – инверсия, следовательно, выбираем $K_5 = 1$;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии (рассчитаем ниже);

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для сероводорода выбираем $K_7 = 1$;

h – толщина слоя АХОВ, м (при свободном разливе принимается равной 0,05 м);

d – плотность АХОВ, т/м³, по таблице В.3 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») для сероводорода выбираем $d = 0,964$ т/м³.

2. Чтобы определить значение коэффициента K_6 необходимо сначала рассчитать время испарения T разлива сероводорода по следующей формуле

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 \cdot 0,964}{0,042 \cdot 1,67 \cdot 1} \approx 0,7 \text{ ч.}$$

При значениях $T < 1$ ч принимается $T = 1$ ч.

3. Тогда рассчитаем значение коэффициента K_6 по формуле

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases} \Rightarrow K_6 = T^{0,8} = 1^{0,8} = 1.$$

4. Исходя из полученного значения Q_{32} , по таблице В.2 (приведена в СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне») определим значение $\Gamma_2 \approx 15,32$ км.

Ответ: прогнозируемая глубина зоны химического заражения вторичным облаком в результате свободного разлива 800 т сероводорода составит 15,32 км.

Практическое задание № 6.5.4. Оценить значение полной глубины зоны химического заражения Γ_{Π} , если в результате химической аварии прогнозируемая глубина зоны заражения первичным облаком Γ_1 составляет 10 км, а прогнозируемая глубина зоны заражения вторичным облаком Γ_2 составляет 20 км.

Дано:

$$\Gamma_1 = 10 \text{ км};$$

$$\Gamma_2 = 20 \text{ км}.$$

Найти:

$$\Gamma_{\Pi} = ?$$

Решение:

Определим искомую величину Γ_{Π} по формуле

$$\Gamma_{\Pi} = \Gamma' + 0,5\Gamma'' = 20 + 0,5 \cdot 10 = 15 \text{ км},$$

где Γ' – максимальное из сравниваемых значений Γ_1 и Γ_2 , следовательно $\Gamma' = \Gamma_2 = 20 \text{ км}$;

Γ'' – минимальное из сравниваемых значений Γ_1 и Γ_2 , следовательно, $\Gamma'' = \Gamma_1 = 10 \text{ км}$.

Ответ: значение полной глубины зоны возможного химического заражения Γ_{Π} в результате химической аварии составит 15 км.

Практическое задание № 6.5.5. Оценить значение предельно возможной глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{в}}$ в результате химической аварии через 3 ч после выброса аварийно химически опасных веществ, при скорости переноса переднего фронта зараженного воздуха 16 км/ч.

Дано:

$$N = 3 \text{ ч};$$

$$\vartheta = 16 \text{ км/ч}.$$

Найти:

$$\Gamma_{\text{в}} = ?$$

Решение:

Определим искомое значение предельно возможной глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{в}}$ по формуле

$$\Gamma_{\text{в}} = N\vartheta = 3 \cdot 16 = 48 \text{ км}.$$

Ответ: значение предельно возможной глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{в}}$ в результате химической аварии составляет 48 км.

6.6. Решение задач по выявлению и оценке радиационной обстановки

В четвертой главе учебного пособия (раздел 4.5) приведены примеры решения задач, направленных на:

- выявление размеров зон радиоактивного загрязнения местности;
- прогнозирование мощности дозы после ядерного взрыва (аварии);
- определение времени нанесения ядерного удара;
- оценку дозы облучения при нахождении в зонах радиоактивного загрязнения;
- прогнозирование времени подхода радиоактивного облака к объекту;
- оценку возможных радиационных потерь;
- оценку возможных последствий при преодолении зон радиоактивного загрязнения;
- определение предельной продолжительности пребывания в зонах радиоактивного загрязнения;
- прогнозирование радиационных потерь при массированных ядерных ударах.

Для закрепления полученных теоретических знаний по выявлению и оценке радиационной обстановки на практическом занятии предлагается решить аналогичные задачи.

Задача № 6.6.1. Определить максимальную высоту подъема грибовидного радиоактивного облака и радиусы зон (А, Б, В, Г) радиоактивного загрязнения местности в эпицентре ядерного взрыва мощностью 20 кт.

Задача № 6.6.2. Определить максимальную высоту подъема грибовидного радиоактивного облака и радиусы зон (А, Б, В, Г) радиоактивного загрязнения местности в эпицентре ядерного взрыва мощностью 100 кт.

Задача № 6.6.3. Определить размеры зон (А, Б, В, Г) радиоактивного загрязнения местности на следе радиоактивного облака ядерного взрыва при наземном ядерном взрыве мощностью 200 кт и скорости среднего ветра 50 км/ч.

Задача № 6.6.4. Определить размеры зон (А, Б, В, Г) радиоактивного загрязнения местности на следе радиоактивного облака ядерного взрыва при воздушном ядерном взрыве мощностью 0,5 Мт и скорости среднего ветра 20 км/ч.

Задача № 6.6.5. Спрогнозировать мощность дозы на территории предприятия по истечении 10 ч после аварии на АЭС, если через 1 ч после аварии измеренная мощность дозы в этом же месте составляла 100 Р/ч.

Задача № 6.6.7. Спрогнозировать мощность дозы на территории предприятия по истечении 8 ч после ядерного взрыва, если через 1 ч после ядерного взрыва мощность в этом же месте составляла 53 Р/ч.

Задача № 6.6.8. Определить мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения, образовавшейся в результате аварии на АЭС, которая будет в 14:00, если в 10:00 измеренная мощность дозы в этом же месте составляла 60 Р/ч.

Задача № 6.6.9. Определить мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения, образовавшейся в результате ядерного взрыва, которая будет в 18:30, если в 12:00 измеренная мощность дозы в этом же месте составляла 75 Р/ч.

Задача № 6.6.10. Определить время нанесения ядерного удара, если по данным разведки мощность дозы на территории объекта в 11:00 составила 50 Р/ч, а через некоторое 1,5 ч составляла уже 25 Р/ч.

Задача № 6.6.11. Определить дозу облучения, которую получат работники, находящиеся в подвале каменного здания в течение 4 ч, если средняя мощность дозы на открытой местности в этот период составила 50 Р/ч.

Задача № 6.6.12. Определить дозу облучения, которую получит личный состав при преодолении на автомобилях в течение 3 ч маршрута, проходящего по зоне радиоактивного загрязнения местности, если на разных участках данного маршрута были зафиксированы мощности дозы: 10 Р/ч, 35 Р/ч, 60 Р/ч и 12 Р/ч.

Задача № 6.6.13. Спрогнозировать время подхода радиоактивного облака к объекту, если его удаленность от места нанесения ядерного удара составляет 3,5 км при скорости среднего ветра 20 км/ч.

Задача № 6.6.14. Определить дозу, которую получит личный состав в течение 2 ч пребывания в центре зоны Б радиоактивного загрязнения местности.

Задача № 6.6.15. Определить дозу, которую получит личный состав в течение 4 ч пребывания на внешней границе зоны В радиоактивного загрязнения местности.

Задача № 6.6.16. Определить дозу, которую получит личный состав в течение 1 сут пребывания на внутренней границе зоны Г радиоактивного загрязнения местности.

Задача № 6.6.17. Спрогнозировать долю выхода из строя (смертности) личного состава через разные промежутки времени (от 3 ч до 30 сут) после

завершения АСДНР, если личный состав прибыл в зону радиоактивного загрязнения местности для проведения АСДНР через 3 ч после ядерного взрыва и получил там дозу 400 рад за 2 ч выполнения работ.

Задача № 6.6.18. Спрогнозировать долю выхода из строя (смертности) личного состава через разные промежутки времени (от 3 ч до 30 сут) после завершения АСДНР, если личный состав прибыл в зону радиоактивного загрязнения местности для проведения АСДНР через 5 ч после ядерного взрыва и получил там дозу 300 рад за 4 ч выполнения работ.

Задача № 6.6.19. Спасательный отряд должен провести разбор завалов в зоне радиоактивного загрязнения. На выполнение задачи требуется 3 ч. Через какое время после ядерного взрыва необходимо начать работу, чтобы личный состав не получил дозу выше 100 рад? Если известно, что после ядерного взрыва мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения составляла 150 Р/ч.

Задача № 6.6.20. В результате ядерного взрыва, который произошел в 14:26, возникли множественные пожары на территории завода по производству мебели. Известно, что мощность дозы в зоне радиоактивного загрязнения после ядерного взрыва составляла 200 Р/ч. Пожарные прибыли на тушение возгорания в производственном цехе через 3 ч после ядерного взрыва. Оценить какую дозу получили пожарные за время тушения, если пожар был ликвидирован ими в 18:59.

6.7. Практическое занятие на учебно-тренировочном комплексе «Обнаружение отравляющих (радиоактивных) веществ и работа в условиях заражения (загрязнения) местности»

Для формирования у обучающихся практических навыков по организации работы в условиях химического заражения и радиоактивного загрязнения местности в образовательном процессе используется специализированный учебно-тренировочный комплекс типа «Обнаружение отравляющих (радиоактивных) веществ и работа в условиях заражения (загрязнения) местности».

В состав учебно-тренировочного комплекса входит оборудование для работы: группы разведки, группы ликвидации химической аварии, группы радиационного контроля, оперативной группы.

На базе учебно-тренировочного комплекса обучающимся требуется отработать следующие практические действия.

На учебных цистернах выполняется упражнение по ликвидации химической аварии путем герметизации места течи с использованием пневмопластыря (рисунок 6.7.1).

После выполнения упражнения по радиостанции осуществляется доклад оперативной группе.

Оперативная группа размещается в штабном автомобиле (рисунок 6.7.2).

Старшим оперативной группы по системе видеоконференции осуществляются доклады в учебный центр управления в кризисных ситуациях Академии о ходе выполнения аварийно-спасательных работ в зоне химической аварии (рисунок 6.7.3).



Рисунок 6.7.1 – Упражнения по герметизации течи с использованием пневмопластыря

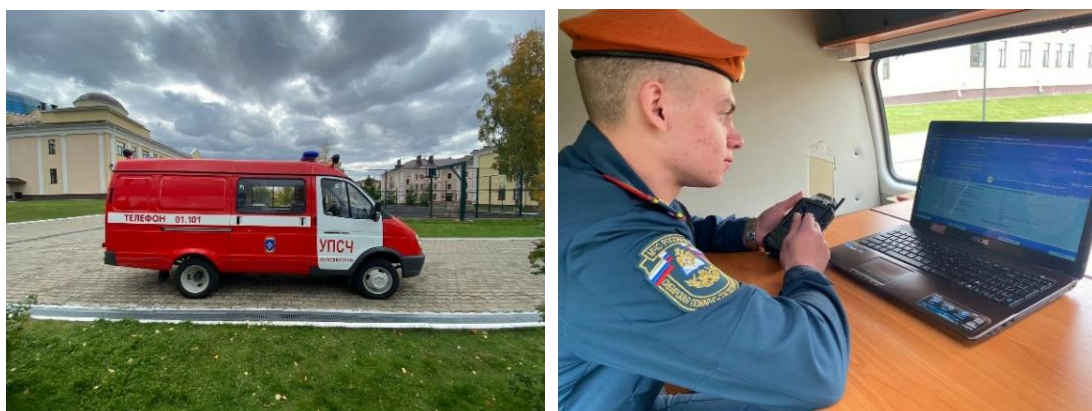


Рисунок 6.7.2 – Автоматизированное рабочее место (АРМ) специалиста оперативной группы (внутри штабного автомобиля)



Рисунок 6.7.3 – Работа оперативной группы
на месте условной ЧС

На учебно-тренировочном комплексе выполняется практическое упражнение, направленное на изучение условных обозначений опасных грузов и цветотрафических схем для обозначения емкостей под давлением (баллонов).

Перед обучающимися располагаются бочки различных цветов, имитирующие емкости с газами под давлением.

Бочки окрашены в соответствии с принятой схемой цветомаркировки:

- ГОСТ 949-73. Баллоны стальные малого и среднего объема для газов;
- ГОСТ 12247-80. Баллоны стальные бесшовные большого объема для газов.

Обучающимся раздаются магнитные таблички с наименованиями газов, которые они должны правильно сопоставить и наклеить на бочки, исходя из их цвета (рисунок 6.7.4).



Рисунок 6.7.4 – Изучение обозначений опасных грузов
и емкостей под давлением

На бочках, имитирующих опасные грузы, наклеены магнитные таблички с принятыми условными обозначениями, отражающими основную информацию об опасности груза (ГОСТ Р 57479-2017. Грузы опасные. Маркировка).

Обучающимся необходимо правильно интерпретировать все условные обозначения, определить и охарактеризовать опасный груз, определить вещества, содержащиеся в грузах, охарактеризовать степень их опасности, предложить наиболее рациональные мероприятия по их обезвреживанию и утилизации.

На учебно-тренировочном комплексе выполняются упражнения по проведению радиационной разведки на местности (рисунок 6.7.5).

Обучающиеся укомплектованы дозиметрами типа ДП-5В, с использованием которых они производят измерение мощности дозы гамма-излучения в указанных точках. Обобщенные результаты измерений передаются в оперативную группу.



Рисунок 6.7.5 – Проведение радиационной разведки на местности

Практические занятия на учебно-тренировочном комплексе позволяют сформировать у обучающихся необходимые знания, умения и навыки по организации работы в условиях химического заражения и радиоактивного загрязнения местности, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности.

6.8. Исследовательская работа по оценке опасности источников ионизирующего излучения

В рамках данной исследовательской работы перед обучающимися ставятся следующие задачи:

1. Описать исследуемый радиоактивный источник.

2. Оценить значение активности A , Бк исследуемого радиоактивного источника, если известно, что данный точечный источник создает вокруг себя зону радиоактивного загрязнения, которая характеризуется некоторой заданной мощностью дозы $\dot{D}_x$, мкЗв/ч на определенном расстоянии X от источника (рисунок 6.8.1).

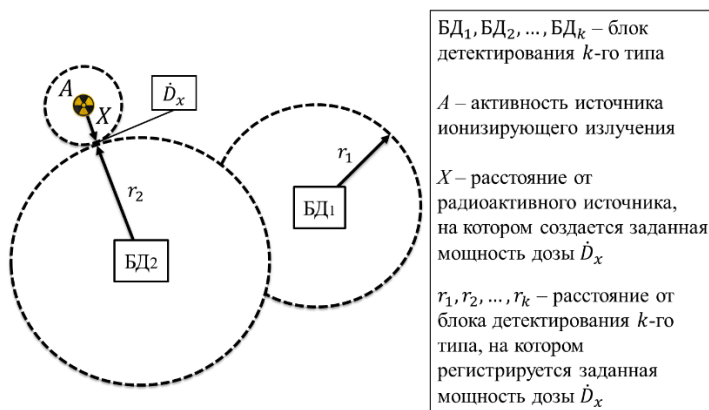


Рисунок 6.8.1 – Иллюстрация принципа, лежащего в основе обнаружения радиоактивных источников при обследовании территории средствами радиационного контроля

3. Оценить моделируемую ситуацию с использованием полученного значения активности A , Бк источника ионизирующего излучения по международной шкале ядерных и радиологических событий INES.

4. Исследовать зависимость $A(X, \dot{D}_x)$. Показать на полученном графике участки функции $A(X, \dot{D}_x)$, соответствующие различным уровням ожидаемых радиационных последствий по международной шкале INES (0–3, 4, 5, 6, 7).

5. Выполнить сравнительный анализ полученных результатов исследования по трем различным радиоизотопам. В том числе сравнить полученные графики зависимостей. Выполнить совместный график по исследуемым радионуклидам.

Необходимые расчеты позволяет произвести компьютерная программа для быстрого расчета доз внутреннего и внешнего облучения («РДО»), разработанная автономной некоммерческой организацией «Центр анализа безопасности энергетики при ИБРАЭ РАН» на основе Инструкции МАГАТЭ (рисунок 6.8.2).

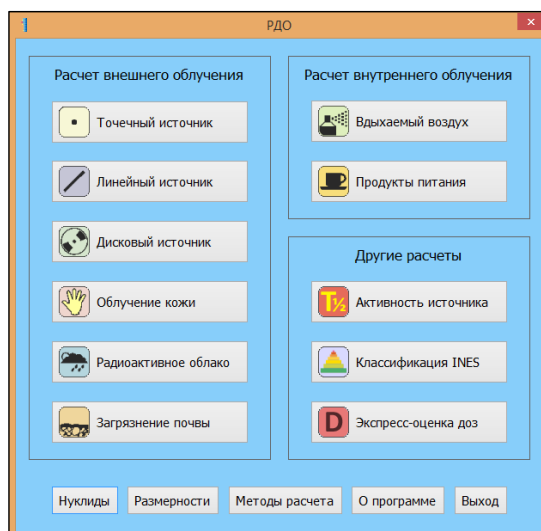


Рисунок 6.8.2 – Компьютерная программа для быстрого расчета доз внутреннего и внешнего облучения («РДО»)

В качестве примера выполнения исследовательской работы с помощью программы «РДО» рассчитывается значение активности A , кБк точечных источников ионизирующего излучения (уран природный, америций-241 и плутоний-239), которые по условиям задачи создают зоны с одинаковой мощностью дозы $\dot{D}_x=1$ мкЗв/ч на расстоянии $X=8$ м.

В компьютерной программе «РДО» выбирается раздел «Точечный источник» (рисунок 6.8.3).

Для выбранных радиоизотопов в разделе меню «Активность» заполняются исходные данные для расчета в соответствии с исходными данными (рисунок 6.8.3). Результаты расчета представлены на рисунке 6.8.4.

Нуклид	Расстояние от источника, м	Мощность дозы, мкЗв/час	Тип экрана	Толщина экрана, см
U-ист./прир.	8,23E+00	9,40E-01	Воздух	8,23E+02
Am-241	8,23E+00	9,40E-01	Воздух	8,23E+02
Pu-239	8,23E+00	9,40E-01	Воздух	8,23E+02

Рисунок 6.8.3 – Диалоговое окно программы для оценки активности точечного источника на основе данных о его нуклидном составе, создаваемой им мощности дозы и расстоянии до источника

Классификация INES (результат)

Классификация события по шкале INES

Классификация события по международной шкале ядерных и радиологических событий INES. Расчет радиологической эквивалентности по I-131

Нуклид	Эквивалентность по I-131, кБк	Классификация INES	Активность радионуклида в выбросе, кБк
U-ист./прир.	4,24E+09	0-3	4,24E+06
Am-241	3,02E+10	0-3	3,77E+06
Pu-239	1,71E+12	5	1,71E+08
Сумма	1,74E+12	5	

Экспорт в Excel Нормативы Закрыть

Рисунок 6.8.4 – Результат оценки опасности источника по международной шкале ядерных и радиологических событий INES

Пример построения совмещенного графика зависимостей $A(X, \dot{D}_x)$ для радиоактивных источников на основе U-прир., Am-241, Pu-239 представлен на рисунке 6.8.5.

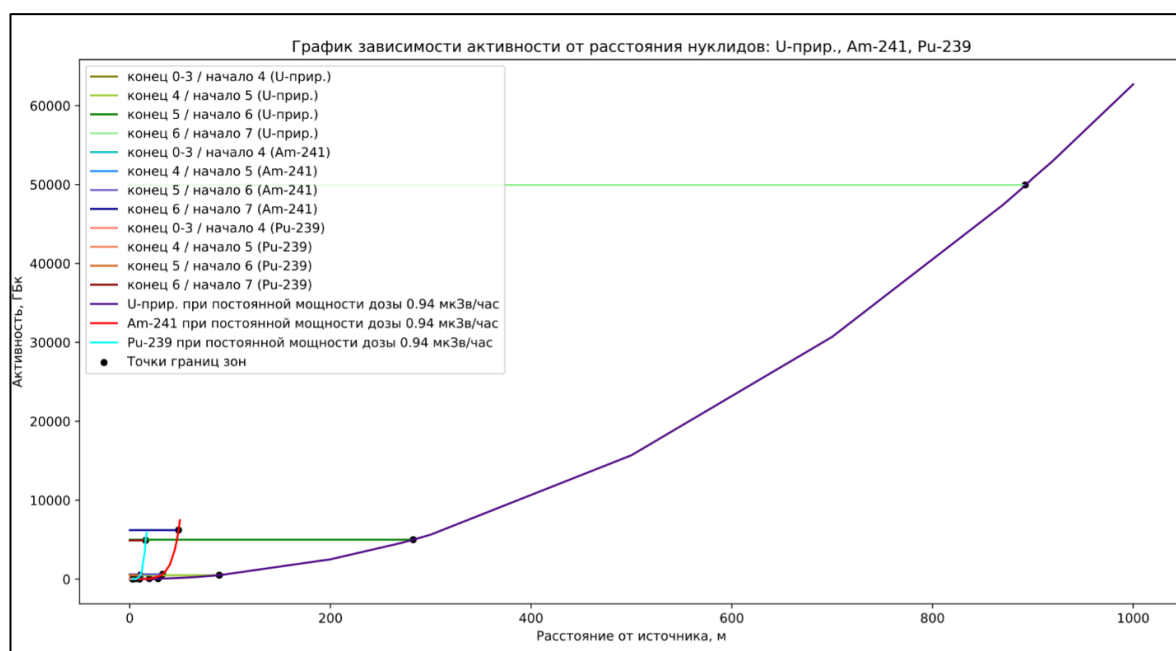


Рисунок 6.8.5 – Результат оценки опасности источника по международной шкале ядерных и радиологических событий INES

6.9. Задачи, связанные с анализом технических характеристик и оценкой обнаруживающей способности применяемых средств радиационного контроля

В четвертой главе учебного пособия рассматривались вопросы организации мониторинга и контроля радиационной обстановки.

Решение задач в данном разделе направлено на формирование у обучающихся навыков по анализу технических характеристик используемых средств радиационного контроля и оценке возможности обнаружения источников ионизирующего излучения (ИИИ) в зависимости от конкретных свойств различных радиоактивных веществ. Данные навыки необходимы при планировании и организации мероприятий радиационной разведки на местности.

Рассмотрим задачи на оценку величины предела обнаружения и обнаруживающей способности используемых средств радиационного контроля.

Задача 6.9.1. Рассчитать предел обнаружения $\varepsilon_{\text{СРП}}$, нЗв/ч носимого дозиметра-радиометра типа СРП-88, если чувствительность используемого в нем блока детектирования $\eta_{\text{СРП}}$ составляет 0,3 имп/с на 1 нЗв/ч, скорость счета импульсов $N_{\text{ф}}^{\text{СРП}}$ составляет 25 имп/с, а оптимальное время одного измерения $t_{\text{опт}}^{\text{СРП}}$ при заданных условиях составляет не менее 2 с.

Задача 6.9.2. Рассчитать предел обнаружения $\varepsilon_{\text{СИММЕТ}}$, нЗв/ч стационарной системы радиационного контроля типа СИММЕТ, если чувствительность используемого в ней блока детектирования $\eta_{\text{СИММЕТ}}$ составляет 20 имп/с на 1 нЗв/ч, скорость счета импульсов $N_{\text{ф}}^{\text{СИММЕТ}}$ составляет 400 имп/с, а оптимальное время одного измерения $t_{\text{опт}}^{\text{СИММЕТ}}$ при заданных условиях составляет не менее 2 с.

Пример выполнения исследовательской работы, связанной с анализом технических характеристик и оценкой обнаруживающей способности применяемых средств радиационного контроля.

Исходя из рисунков 6.8.1 радиационное обследование на территории объекта необходимо спланировать таким образом, чтобы применяемыми блоками детектирования в совокупности удалось охватить всю (100 %) площадь в зоне контроля, и при этом в какой-то из моментов времени в процессе выполнения измерений блок детектирования оказался на расстоянии

не более $(r_k + X)$ от радиоактивного источника. В противном случае точечный радиоактивный источник не будет обнаружен.

На основе показанной схемы (рисунок 6.8.1) могут определяться размеры единичных квадратов радиационного обследования, отдельно для каждого типа используемых средств радиационного контроля с учетом технических и оперативных характеристик, как показано на рисунке 6.9.1.

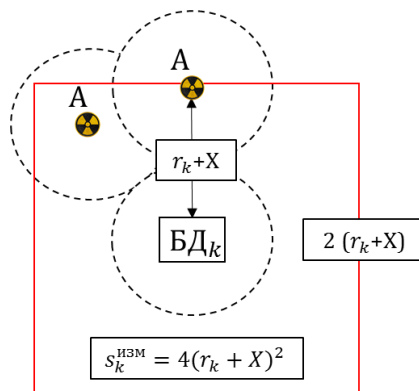


Рисунок 6.9.1 – Алгоритм определения площади $s_k^{изм}$ единичного квадрата для выполнения измерений k -ым типом средств радиационного контроля, в случае, если будет известна (задана) активность радиоактивного источника

В реальной ситуации при проведении радиационного обследования скорее всего не будет заранее известна активность радиоактивного источника, поэтому размеры квадрата обследования для каждого k -го типа средств радиационного контроля целесообразно рассчитывать исходя из заданного значения $\dot{D}_x$ и с учетом максимального расстояния r_k .

Значение величины $\dot{D}_x$ может выбираться на основе действующих требований к измерительным системам радиационного контроля и принимать значения от 0,1 мкЗв/ч (100 нЗв/ч), а также исходя из пределов обнаружения ε_k для используемых средств радиационного контроля.

Расстояние r_k зависит от технических и оперативных характеристик средств радиационного контроля и вычисляется по формуле

$$r_k = \sqrt{\frac{\dot{D}_x h_0^2}{\varepsilon_k}}, \quad (6.9.1)$$

где h_0 – стандартное расстояние (1 м);

ε_k – предел обнаружения средств радиационного контроля k -го типа.

Технические характеристики блоков детектирования, определяющие обнаруживающую способность применяемых средств радиационного контроля (чувствительность η_k , стандартное отклонение σ_k и предел обнаружения ε_k) связаны между собой соотношениями

$$\eta_k = \frac{\Delta N_k}{\Delta P_k}, \quad (6.9.2)$$

где ΔN_k – приращение скорости импульсов детектора при изменении мощности дозы на величину ΔP_k .

$$\sigma_k = \frac{\sigma_{\phi k}}{\eta_k} = \frac{\sqrt{\frac{N_{\phi k}}{t_k^{\text{изм}}}}}{\eta_k}, \quad (6.9.3)$$

где $\sigma_{\phi k}$ – стандартное отклонение при регистрации фона;

$N_{\phi k}$ – скорость счета импульсов при регистрации фона;

$t_k^{\text{изм}}$ – требуемое время измерения.

$$\varepsilon_k = (n + 2)\sigma_k, \quad (6.9.4)$$

где n – пороговая уставка, определяющая вероятность ложных тревог.

Таким образом, предел обнаружения k -го блока детектирования ε_k зависит от его чувствительности η_k , а также величины стандартного отклонения σ_k .

Например, для организации радиационного контроля автотранспорта в контрольно-пропускной зоне. С использованием переносного дозиметра-радиометра типа СРП-88 ($\eta_{\text{СРП-88}} = 0,3$ имп/с на 1 нЗв/ч; $N_{\phi}^{\text{СРП-88}} = 25$ имп/с) при $t_{\text{СРП-88}}^{\text{изм}} = 2$ с предел обнаружения составляет $\varepsilon_{\text{СРП-88}} = 50$ нЗв/ч. И для сравнения с использованием стационарной системы типа СИММЕТ ($\eta_{\text{СИММЕТ}} = 20$ имп/с на 1 нЗв/ч; $N_{\phi}^{\text{СИММЕТ}} = 400$ имп/с) при $t_{\text{СИММЕТ}}^{\text{изм}} = 2$ с предел обнаружения составляет $\varepsilon_{\text{СИММЕТ}} = 4$ нЗв/ч.

При организации радиационного обследования на всей территории крупного объекта необходимо произвести последовательные измерения в различных точках: на участках открытой местности, по периметру объекта, а также в зданиях и помещениях.

Радиационное обследование на участках открытой местности целесообразно производить по предварительно определенным квадратам, чтобы удалось охватить всю площадь на территории объекта. Типовая схема

проведения радиационного обследования участков открытой местности по квадратам показана на рисунке 6.9.2.

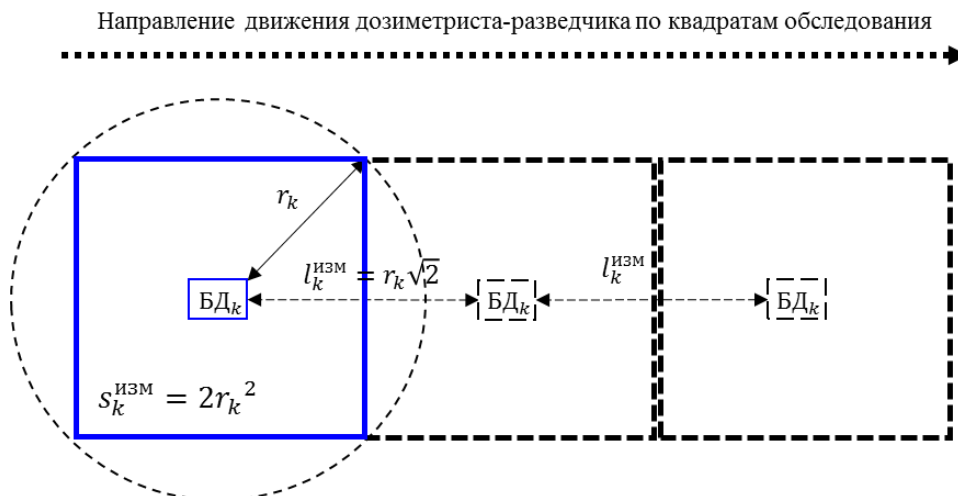


Рисунок 6.9.2 – Типовая схема радиационного обследования территории объекта по заданным квадратам, где $l_k^{\text{изм}}$ – расстояние между точками измерения

В случае, если для радиационного обследования одновременно применяются несколько дозиметристов-разведчиков, то значение величины $l_k^{\text{изм}}$ указывает на максимальное расстояние, через которое их необходимо расставить друг от друга (рисунок 6.9.2).

Радиационное обследование по периметру территории объекта представляет собой передвижение дозиметриста-разведчика по заданному маршруту и последовательное измерение в определенных точках. Типовая схема проведения радиационного обследования по заданному маршруту показана на рисунок 6.9.3.

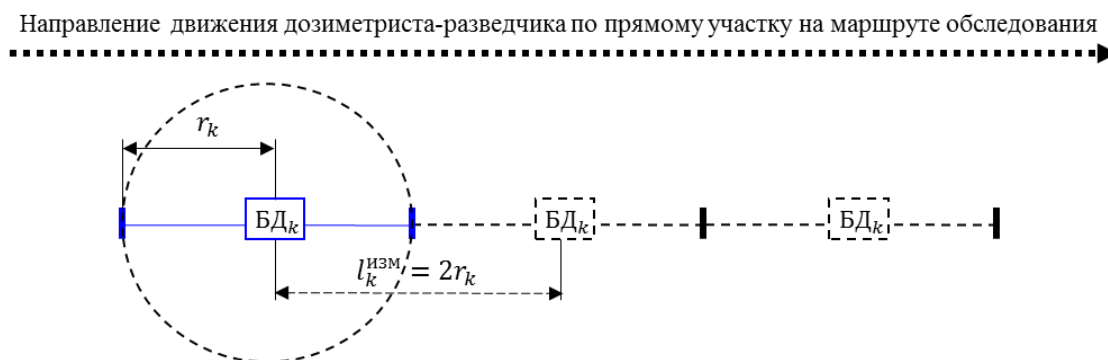


Рисунок 6.9.3 – Типовая схема радиационного обследования территории объекта по заданным маршрутам

В качестве практического примера, на основании результатов проведенного анализа и разработанных типовых схем, для некоторого заданного объекта рассчитаем время, которое требуется для однократного обследования:

- маршрута по периметру объекта общей протяженностью 1 400 м;
- всех участков открытой местности на территории объекта общей площадью 105 000 кв. м;
- всех зданий и помещений на территории объекта в количестве 427 ед., общей площадью 23 382 кв. м.

Для заданного значения искомого превышения мощности дозы на величину $\dot{D}_x = 0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}}$, по формуле (6.9.1) рассчитаем и сравним значения r_k для 4-х различных типов средств радиационного контроля (измеритель мощности дозы (рентгенометр) типа ДП-5В, дозиметр мощности дозы типа ДБГ-06Т, дозиметр-радиометр типа РАДЭКС РД 1503 (Radex), дозиметр-радиометр типа МКС-17Д «Зяблик»)

$$r_{\text{ДП-5В}} = \sqrt{\frac{\dot{D}_x h_0^2}{\varepsilon_{\text{ДП-5В}}}} = \sqrt{\frac{0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}} \cdot (1 \text{ м})^2}{0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}}}} \approx 1 \text{ м}, \quad (6.9.5)$$

$$r_{\text{ДБГ-06Т}} = \sqrt{\frac{\dot{D}_x h_0^2}{\varepsilon_{\text{ДБГ-06Т}}}} = \sqrt{\frac{0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}} \cdot (1 \text{ м})^2}{0,1 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}}}} \approx 2,2 \text{ м}, \quad (6.9.6)$$

$$r_{\text{РАДЭКС}} = \sqrt{\frac{\dot{D}_x h_0^2}{\varepsilon_{\text{РАДЭКС}}}} = \sqrt{\frac{0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}} \cdot (1 \text{ м})^2}{0,1 \text{ мкЗв/ч}}} \approx 2,2 \text{ м}, \quad (6.9.7)$$

$$r_{\text{Зяблик}} = \sqrt{\frac{\dot{D}_x h_0^2}{\varepsilon_{\text{Зяблик}}}} = \sqrt{\frac{0,5 \frac{\text{мкЗв}}{\text{ч}} \cdot (1 \text{ м})^2}{0,01 \text{ мкЗв/ч}}} \approx 7,1 \text{ м}. \quad (6.9.8)$$

Наилучшими характеристиками по обнаруживающей способности из рассматриваемых вариантов обладает дозиметр-радиометр типа МКС-17Д «Зяблик», следовательно, использование данного прибора при измерении обеспечивает наибольший радиус обследования ($r_{\text{Зяблик}} = 7,1 \text{ м}$). Помимо этого, требуется минимальное время для проведения измерения с использованием приборов данного типа (менее 20 с на каждое измерение).

Исходя из этого рассчитаем и сравним производительность по каждому типу средств радиационного контроля при обследовании маршрута по периметру объекта ($p_k^{\text{пер}}$), в том числе с применением беспилотных авиационных систем (БАС) с закрепленным на ней дозиметром-радиометром типа РАДЭКС РД 1503 (Radex)

$$p_{\text{ДП-5В}}^{\text{пер}} = \frac{l_k^{\text{изм}}}{t_k^{\text{изм}} + t_{ijk}^{\text{пер}}} = \frac{2r_{\text{ДП-5В}}}{t_{\text{ДП-5В}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДП-5В}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot 1 \text{ м}}{1 \text{ мин} + 1,5 \text{ с}} \approx 1,95 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (6.9.9)$$

где i, j – индексы, которые указывают на соответствующие виды и группы обследуемых участков, расположенных на территории объекта, в случае их значительного количества и целесообразности проведения их дополнительной классификации (по функциональному назначению, приоритетности обследования и другим характерным особенностям).

$$p_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{пер}} = \frac{2r_{\text{ДБГ-06Т}}}{t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \text{ м}}{1 \text{ мин} + 3 \text{ с}} \approx 4,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (6.9.10)$$

$$p_{\text{РАДЭКС}}^{\text{пер}} = \frac{2r_{\text{РАДЭКС}}}{t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{изм}} + t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \text{ м}}{1,5 \text{ мин} + 3 \text{ с}} \approx 2,83 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (6.9.11)$$

$$p_{\text{Зяблик}}^{\text{пер}} = \frac{2r_{\text{Зяблик}}}{t_{\text{Зяблик}}^{\text{изм}} + t_{\text{Зяблик}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot 7,1 \text{ м}}{0,3 \text{ мин} + 10 \text{ с}} \approx 30,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (6.9.12)$$

$$p_{\text{БАС}}^{\text{пер}} = \frac{2r_{\text{РАДЭКС}}}{t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{изм}} + t_{\text{БАС}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \text{ м}}{1,5 \text{ мин} + 0,5 \text{ с}} \approx 2,92 \frac{\text{м}}{\text{мин}}. \quad (6.9.13)$$

Исходя из проведенных расчетов, наибольшая производительность радиационного контроля по периметру объекта может быть достигнута при использовании дозиметра-радиометра типа МКС-17Д «Зяблик» ($p_{\text{Зяблик}}^{\text{пер}} \approx 30,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$), наименьшая – при использовании измерителя мощности дозы (рентгенметра) типа ДП-5В ($p_{\text{ДП-5В}}^{\text{пер}} \approx 1,95 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$).

Рассчитаем производительность радиационного контроля $p_k^{\text{отк}}$ при обследовании на участках открытой местности, расположенных на территории объекта, в том числе с применением БАС

$$p_{\text{ДП-5В}}^{\text{отк}} = \frac{s_k^{\text{изм}}}{t_k^{\text{изм}} + t_{ijk}^{\text{пер}}} = \frac{2r_{\text{ДП-5В}}^2}{t_{\text{ДП-5В}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДП-5В}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot (1 \text{ м})^2}{1 \text{ мин} + 1 \text{ с}} \approx 1,99 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}, \quad (6.9.14)$$

$$p_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{отк}} = \frac{2r_{\text{ДБГ-06Т}}^2}{t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot (2,2 \text{ м})^2}{1 \text{ мин} + 1 \text{ с}} \approx 9,59 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}, \quad (6.9.15)$$

$$p_{\text{РАДЭКС}}^{\text{отк}} = \frac{2r_{\text{РАДЭКС}}^2}{t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{изм}} + t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot (2,2 \text{ м})^2}{1,5 \text{ мин} + 1 \text{ с}} \approx 6,41 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}, \quad (6.9.16)$$

$$p_{\text{Зяблик}}^{\text{отк}} = \frac{2r_{\text{Зяблик}}^2}{t_{\text{Зяблик}}^{\text{изм}} + t_{\text{Зяблик}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot (7,1 \text{ м})^2}{0,3 \text{ мин} + 2 \text{ с}} \approx 305,39 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}, \quad (6.9.17)$$

$$P_{\text{БАС}}^{\text{отк}} = \frac{2r_{\text{РАДЭКС}}^2}{t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{изм}} + t_{\text{БАС}}^{\text{пер}}} = \frac{2 \cdot (2,2 \text{ м})^2}{1,5 \text{ мин} + 1 \text{ с}} \approx 6,45 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}. \quad (6.9.18)$$

Исходя из расчетов, наибольшая производительность радиационного контроля при обследовании на участках открытой местности на территории объекта может быть достигнута при использовании дозиметра-радиометра типа МКС-17Д «Зяблик» ($P_{\text{Зяблик}}^{\text{отк}} \approx 305,39 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$), наименьшая – при использовании измерителя мощности дозы (рентгенометра) типа ДП-5В ($P_{\text{ДП-5В}}^{\text{отк}} \approx 1,99 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$).

Рассчитаем среднюю производительность радиационного контроля $P_k^{\text{пом}}$ при обследовании зданий и помещений, расположенных на территории объекта

$$P_{\text{ДП-5В}}^{\text{пом}} = \frac{1 \text{ пом.}}{t_{\text{ДП-5В}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДП-5В}}^{\text{пер}}} = \frac{1 \text{ пом.}}{10 \text{ мин} + 1 \text{ мин}} \approx 5 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}, \quad (6.9.19)$$

$$P_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{пом}} = \frac{1 \text{ пом.}}{t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{изм}} + t_{\text{ДБГ-06Т}}^{\text{пер}}} = \frac{1 \text{ пом.}}{5 \text{ мин} + 1 \text{ мин}} \approx 10 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}, \quad (6.9.20)$$

$$P_{\text{РАДЭКС}}^{\text{пом}} = \frac{1 \text{ пом.}}{t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{изм}} + t_{\text{РАДЭКС}}^{\text{пер}}} = \frac{1 \text{ пом.}}{5 \text{ мин} + 1 \text{ мин}} \approx 10 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}, \quad (6.9.21)$$

$$P_{\text{Зяблик}}^{\text{пом}} = \frac{1 \text{ пом.}}{t_{\text{Зяблик}}^{\text{изм}} + t_{\text{Зяблик}}^{\text{пер}}} = \frac{1 \text{ пом.}}{0,3 \text{ мин} + 1 \text{ мин}} \approx 46 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}. \quad (6.9.22)$$

Исходя из проведенных расчетов, наибольшая производительность радиационного контроля при обследовании зданий и помещений, расположенных на территории объекта, может быть достигнута при использовании дозиметра-радиометра типа МКС-17Д «Зяблик» ($P_{\text{Зяблик}}^{\text{пом}} \approx 46 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$), наименьшая – при использовании измерителя мощности дозы (рентгенометра) типа ДП-5В ($P_{\text{ДП-5В}}^{\text{пом}} \approx 5 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$).

В таблице 6.9.1 приведены результаты расчета времени радиационного обследования с использованием каждого типа средств радиационного контроля.

Таблица 6.9.1 – Результаты расчета времени, которое требуется для проведения радиационного обследования на территории заданного объекта

№ п/ п	Наименование типа средств радиационного контроля	Зона обследования на территории объекта	Примерная производительность радиационного обследования	Расчетное время выполнения радиационного обследования (одним прибором)
1	2	3	4	5
1.	Измеритель мощности дозы (рентгенметр) типа ДП-5В, $\epsilon_{\text{ДП-5В}} =$ 0,5 мкЗв/ч	Периметр объекта	$1,95 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	12 ч
		Участки открытой местности	$1,99 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$	37 сут.
		Здания и помещения	$5 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$	3,5 сут.
2.	Дозиметр мощности дозы типа ДБГ-06Т, $\epsilon_{\text{ДБГ-06Т}} =$ 0,1 мкЗв/ч	Периметр объекта	$4,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	5,6 ч
		Участки открытой местности	$9,59 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$	8 сут.
		Здания и помещения	$10 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$	42 ч
3.	Дозиметр-радиометр типа РАДЭКС РД 1503 (Radex), $\epsilon_{\text{РАДЭКС}} = 0,1 \text{ мкЗв/ч}$	Периметр объекта	$2,83 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	8 ч
		Участки открытой местности	$6,41 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$	11 сут.
		Здания и помещения	$10 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$	42 ч
4.	Дозиметр-радиометр типа МКС-17Д «Зяблик», $\epsilon_{\text{Зяблик}} = 0,01 \text{ мкЗв/ч}$	Периметр объекта	$30,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	46 мин.
		Участки открытой местности	$305,39 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$	5,7 ч
		Здания и помещения	$46 \frac{\text{пом.}}{\text{ч}}$	9,3 ч
5.	БАС с закрепленным на ней дозиметром- радиометром типа РАДЭКС РД 1503 (Radex), $\epsilon_{\text{РАДЭКС}} = 0,1 \text{ мкЗв/ч}$	Периметр объекта	$2,92 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	7,99 ч
		Участки открытой местности	$6,45 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$	11,3 сут.
		Здания и помещения	-	-

В случаях, когда при радиационном обследовании планируется задействовать одновременно несколько средств радиационного контроля, то их суммарная производительность вычисляется по формуле

$$P_{ij}^{\text{сум}} = \sum_{k=1}^K N_{ijk} p_{ijk}^{\text{обс}}, \quad (6.9.23)$$

где N_{ijk} – количество единиц назначенных средств радиационного контроля k -го типа для обследования участков j -ой группы i -го вида;

$p_{ijk}^{\text{обс}}$ – производительность обследования с использованием k -го типа средств радиационного контроля.

Проведенное исследование существующих подходов проведения радиационного обследования позволяет сделать обоснованный вывод о том, что анализ технических и оперативных характеристик средств радиационного контроля позволяет повысить эффективность их применения, вероятность обнаружения возможных точечных источников ионизирующего излучения в зоне ответственности, а также обосновать необходимость мероприятий по технической модернизации существующей измерительной системы радиационного контроля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Конституция Российской Федерации.
2. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
3. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
5. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности».
6. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
7. Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей».
8. Указ Президента РФ от 13.10.2018 № 585 «Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
9. Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».
10. Указ Президента РФ от 01.01.2018 № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года».
11. Указ Президента РФ от 15.02.2006 № 116 «О мерах по противодействию терроризму» (вместе с «Положением о Национальном антитеррористическом комитете»).
12. Указ Президента РФ от 07.03.2020 № 175 «О некоторых вопросах Совета Безопасности Российской Федерации» (вместе с «Положением о Совете Безопасности Российской Федерации», «Положением об аппарате Совета Безопасности Российской Федерации»).
13. Указ Президента РФ от 11.01.2018 № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года».
14. Указ Президента РФ от 11.07.2004 № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

15. Указ Президента РФ от 20.12.2016 № 696 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года».

16. Распоряжение Президента Российской Федерации от 23.03.2000 № 86-рп «О создании системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

17. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

18. Постановление Правительства РФ от 17.10.2019 № 1333 «О порядке функционирования сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения».

19. Приказ МЧС России от 04.03.2011 № 94 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

20. Постановление Правительства РФ от 14.01.2003 № 11 «О Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности» (вместе с «Положением о Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности»).

21. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

22. Постановление Правительства РФ от 24.03.1997 № 334 «О Порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

23. Приказ МЧС России от 11.02.2021 № 89 «Об организационных вопросах функционирования федеральной подсети МЧС России сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения».

24. Приказ МЧС России от 14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях».

25. Приказ МЧС России от 17.12.2008 № 783 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в МЧС России».

26. Приказ МЧС России от 23.05.2017 № 230 «Об утверждении Положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны структурных подразделениях (работниках) организаций».

27. Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».

28. Приказ МЧС России от 11.01.2021 № 2 «Об утверждении Инструкции о сроках и формах представления информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

29. Приказ МЧС России от 14.11.2008 № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях».

30. Приказ МЧС России от 18.12.2014 № 701 «Об утверждении Типового порядка создания нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне».

31. Приказ МЧС России от 22.07.2013 № 479 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на подводных потенциально опасных объектах во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

32. Приказ МЧС России от 22.07.2013 № 480 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме координации деятельности по поиску и спасанию людей во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

33. Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 «Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований».

34. Приказ МЧС России от 30.09.2022 № 944 «Об утверждении Регламента обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения пожарной безопасности в системе МЧС России».

35. Решение коллегии МЧС России от 04.12.2019 № 8/П «Об утверждении актуализированной редакции Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения».

36. Свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне».

37. Методические рекомендации МЧС России по ликвидации последствий радиационных и химических аварий, 2004 г., под общей редакцией В.А. Владимирова.

38. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».

39. ГОСТ Р 8.596-200. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

40. Концепция комплексной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (утв. МЧС России 16.02.2010, МВД России 19.02.2010, ФСБ России 16.03.2010).

41. Методические рекомендации Р 2.6.1.0050-11.2.6.1. «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-гигиенические требования к мероприятиям по ликвидации последствий радиационной аварии» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.12.2011).

42. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09» (вместе с «НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы») (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2009 №14534).

43. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10» (Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)).

44. Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении территории воздушным путем: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. – 55 с.

45. Приказ Ростехнадзора от 08.06.2010 № 465 «Об утверждении положения о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население (РБ-053-10)».

46. Методика разработки мероприятий по реагированию на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию (IAEA-TECDOC-953), МАГАТЭ, 2009 г.

47. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации (IAEA-TECDOC-1162/R), МАГАТЭ, 2004 г.

48. Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях (IAEA-TECDOC-1092/R), МАГАТЭ, 2002 г.

49. Методические рекомендации по обнаружению радиоактивных материалов на границе (IAEA-TECDOC-1312/R), подготовлены совместно МАГАТЭ, ВТО, Европолом и Интерполом, 2003 г.

50. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации. Международное агентство по атомной энергии МАГАТЭ.

51. Современные войны и гражданская оборона / Под общ. ред. С.К. Шойгу; МЧС России. – М.: ИПП «КУНА», 2008. – 296 с.

52. Гражданская оборона / Издание 2-е, переработанное. МЧС России. – М.: АГЗ МЧС России, 2018. – 400 с.

53. Сергеев И.Ю., Малый В.П., Васильев А.В., Лацинский В.В., Шмырева М.Б., Филкова А.П., Николаев Г.А. Расчетные задачи по выявлению и оценке радиационной обстановки: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 167 с.

54. Сергеев И.Ю., Шмырева М.Б., Николаев Г.А., Бояринова С.П. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 200 с.

55. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 316 с.

56. Рихвалов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 1997. – 384 с.

57. Углова В.З. Оценка радиационной и химической обстановок в условиях техногенных и военных ЧС. Учебное пособие. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2017. – 51 с.

58. Саулова Т.А., Бас В.И. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. – Красноярск: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2017. – 143 с.

59. Справочник по поражающему действию ядерного оружия. Часть вторая. Министерство обороны СССР. – Москва: Военное издательство, 1986. – 92 с.

60. Барбашев С.В., Пристер Б.С. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки: принципы построения и методы реализации // Ядерна та радіаційна безпека. 2013. № 1 (57). С. 41–47.

61. Валуев Н.П., Никоненков Н.В., Сергеев И.Ю., Стасишин Л.А. Радиационный контроль транспортных средств с помощью переносных приборов

и стационарных систем // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Грузовик». 2015. № 9. – Москва: ООО «Издательство Машиностроение». С. 35–39.

62. Валуев Н.П., Сергеев И.Ю. Способ определения местоположения источника радиации в транспортном средстве при динамическом контроле // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 2. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России. С. 70–75.

63. Новиков, В.Е. Угроза ядерного терроризма: американский опыт / В.Е. Новиков // Национальная безопасность. 2018. № 4. С. 821.

64. Сергеев И.Ю., Гарелина С.А., Латышенко К.П., Валуев Н.П. Математическое моделирование дозиметрических систем контроля // Научно-аналитический журнал: «Сибирский пожарно-спасательный вестник». 2020. № 1 (16). – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. С. 64–68.

65. Сергеев И.Ю., Пашинин В.А., Валуев Н.П., Косырев П.Н. Способ аэродинамического контроля радиационной обстановки // Технологии гражданской безопасности, 2018. Том 15, № 4 (58). – Москва // ВНИИГОЧС МЧС России (ФЦ). С. 84–87.

66. Сергеев И.Ю. Предложения по способам контроля радиационной обстановки для системы комплексной безопасности закрытого административного территориального образования с объектами атомной промышленности // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 1. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России. С. 63–71.

67. Петрованов К.Г. Угроза ядерного терроризма в контексте глобальных вызовов ядерной безопасности // Современное общество и право. 2019. № 5 (42). С. 15–25.

68. Метельков А.Н. Борьба с контрабандой радиоактивных материалов как мера борьбы с ядерным терроризмом. // Мир экономики и права. 2015. № 4. С. 64–75.

69. ТатаринOV В.В., Пашинин В.А., Косырев П.Н., Павлов А.В. Системный подход в противодействии актам ядерного и радиационного терроризма. // Вестник Академии военных наук. 2019. № 3 (68). С. 128–134.

70. Тихонов М.Н., Рылов М. И. Ядерный и радиационный терроризм и проблемы безопасности в современном мире. // АНРИ. 2015. № 1 (80). С. 14–31.

71. Кюммель М. Разработка оптимальной сети измерений для проведения контроля окружающей среды на АЭС // Обеспечение радиационной безопасности при эксплуатации АЭС. Кн.5. М.: Энергоатомиздат, 1984. С. 78–89.

72. Веб-система сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.russianatom.ru/>

73. Веб-система сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на базе Ситуационно-кризисного центра «Росатом». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.skc.ru/control/FGUP_GHK/

74. Веб-системы сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://egasmro.ru/ru/>

75. Веб-система сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края на базе краевого государственного бюджетного учреждения «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.krasecology.ru/Operative/Radio>

РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Учебное пособие

Авторы:

Сергеев Иван Юрьевич, канд. техн. наук

Латышенко Константин Павлович, доктор техн. наук, профессор

Шмырёва Марианна Борисовна, канд. экон. наук

Николаев Глеб Александрович, канд. техн. наук

Лоран Николай Михайлович, канд. техн. наук

Бояринова Светлана Петровна