



МЧС России
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова

Котенко П.К., Шевцов В.И.

Основы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

Учебно-методическое пособие

Санкт-Петербург
«Наукоемкие технологии»
2018

МЧС России
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова

Котенко П.К., Шевцов В.И.

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебно-методическое пособие

Электронное текстовое издание

Санкт-Петербург
«Наукоемкие технологии»
2018

ISBN 978-5-6040965-0-5
© Котенко П.К., Шевцов В.И., 2018

УДК 614.8
ББК 68.9
К 73

Рецензенты:

заведующий кафедрой медико-валеологических дисциплин факультета безопасности жизнедеятельности Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена,
доктор медицинских наук, профессор **Буйнов Л.Г.**;

ведущий научный сотрудник отдела научно-исследовательской и редакционно-издательской деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, заслуженный деятель науки РФ,
доктор медицинских наук, профессор **Коннова Л.А.**

К 73 Котенко П. К., Шевцов В. И. Основы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. – СПб.: Научное издание, 2018. – 136 с. – URL:
<http://publishing.intelgr.com/archive/security-provision-s.pdf>.

ISBN 978-5-6040965-0-5

В учебно-методическом пособии изложены вопросы идентификации опасных и вредных факторов в системе «человек – среда обитания», предупреждения воздействия негативных факторов на организм человека, основ ликвидации последствий их воздействия на организм в бытовой, производственной среде в мирное время и в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучения медицинского персонала МЧС России по программам дополнительного профессионального образования с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, а также для подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных самостоятельно ставить и решать научные задачи и проблемы образования, обеспечения безопасности населения и территорий в чрезвычайных ситуациях.

© Котенко П.К., Шевцов В.И., 2018
© Оформление. Издательство
«Научное издание», 2018

ISBN 978-5-6040965-0-5

Котенко Петр Константинович,
Шевцов Владимир Иванович,

Основы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

Учебно-методическое пособие

Электронное текстовое издание

Учебное пособие разработано с помощью программного
обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 10.04.2018.
Объем издания – 3,1 Мб.

Издательство «Научные технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<http://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: (812) 945-50-63

ISBN 978-5-6040965-0-5



9 785604 096505

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1. ЧЕЛОВЕК И ЕГО СРЕДА ОБИТАНИЯ	10
1.1 Среда обитания человека. Вредные, опасные и поражающие факторы среды обитания	10
1.2 Возможные состояния среды обитания. Критерии безопасного взаимодействия человека со средой обитания	13
1.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях: понятие, цели и содержание дисциплины	17
Вопросы для самоконтроля	19
2. ОСНОВНЫЕ ОПАСНОСТИ И УГРОЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	20
2.1 Природные опасности (опасности природного характера).....	20
2.2 Опасности техногенного характера	24
2.3 Опасности и угрозы экологического, биолого-социального и военного характера	27
Вопросы для самоконтроля	32
3. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ ...	33
3.1 Чрезвычайные ситуации. Термины и основные понятия. Поражающие факторы источников ЧС.....	33
3.2 Классификация, критерии оценки ЧС. Причины возникновения ЧС. ЧС военного характера	35
3.3 Основные направления и содержание государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС	39
Вопросы для самоконтроля	44
4. ЕДИНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	45
4.1 РСЧС. Понятие. Состав. Задачи КЧСиПБ	45
4.2 Автоматизированная информационно-управляющая система единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	51
Вопросы для самоконтроля	61
5. ПОЖАРЫ. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ПОЖАРОВ НА ЛЮДЕЙ И РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ	62
5.1 Методы оценки негативного воздействия на окружающую среду.....	62
5.2 Виды негативного воздействия на окружающую среду	63

5.2.1 Барическое воздействие на человека, здания и сооружения.....	65
5.2.2 Токсическое воздействие на человека и окружающую среду.....	67
5.2.3 Острое токсическое воздействие на человека	68
5.2.4 Радиационное воздействие	71
5.2.5 Механическое воздействие	74
5.3 Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами	75
5.3.1 Пожар разлития	76
5.3.2 Горение парогазовоздушного облака.....	79
Вопросы для самоконтроля	81
6. ВЗРЫВЫ. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ВЗРЫВОВ НА ЛЮДЕЙ И РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ.....	82
6.1 Общие понятия взрывов.	82
6.2 Взрывчатые вещества. Виды взрывов. Взрывоопасные объекты	84
6.3 Поражающие факторы взрывов. Характеристика основных параметров поражающих факторов.	86
6.3.1 Ударная волна	86
6.3.2 Световое излучение ядерного взрыва.....	89
6.3.3 Проникающая радиация	90
6.3.4 Радиоактивное заражение местности (РЗМ).....	91
6.3.5 Электромагнитный импульс (ЭМИ).....	92
6.3.6 Взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей	93
6.4 Оценка воздействия взрывов на людей и различные объекты	100
6.4.1 Действие ударной волны на объекты.....	100
6.4.2 Действие ударной волны на людей.....	101
6.4.3 Тепловое действие взрывов	102
6.4.4 Поражающее действие осколков	102
6.4.5 Оценка воздействия проникающей радиации, ЭМИ ядерного взрыва	103
Вопросы для самоконтроля	104
7. АВАРИИ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	105
7.1 Радиация. Характеристика ионизирующих излучений.....	105
7.2 Основные дозиметрические величины. Последствия облучения. Расчет дозы облучения. Ослабление излучений	107
7.3 Радиоактивное загрязнение местности. Радиационный фон. Основные нормативы по радиационной безопасности	111
Вопросы для самоконтроля	115

8. АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ	116
8.1 Аварийно химически опасные вещества (АХОВ): понятие, характеристика, перевозка	116
8.2 Зона химического заражения	122
8.3 Ликвидация последствий химических аварий.....	123
Вопросы для самоконтроля	124
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	125
9.1 Формы обучения	125
9.2 Состав ЭУМК, размещаемого на сайте http://idpo.nrcerm.ru ..	128
9.3 Порядок изучения дисциплины	128
9.4 Система оценки результатов освоения программы	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	134

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы;
АХОВ – аварийно химически опасные вещества;
БЧС – безопасность в ЧС;
ГО – гражданская оборона;
ГОСТ, СанПиН, СНиП – Государственный стандарт России, санитарные правила и нормы, строительные нормы и правила;
ИТМ – инженерно-технические мероприятия;
КЧСиПБ – комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности;
МЧС России – Министерство по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий;
ОТ – охрана труда;
ОУ ГОЧС – орган(ы) управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и ГО при органах местного самоуправления (введены Постановлением Правительства РФ от 27.05.2005 г. №335);
ПУФО – повышение устойчивости функционирования (работы) объекта;
РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС;
СБ – стихийные бедствия;
ССП – современные средства поражения при ведении войны;
ТАК – техногенные аварии и катастрофы;
ЧС – чрезвычайная(ые) ситуация(и).

ВВЕДЕНИЕ

Главной целью развития цивилизации на различных этапах ее существования было достижение все более высокого уровня жизни, обеспечение благополучия и безопасности. Голод и холод, болезни, неблагоприятные, опасные природные явления и процессы, войны и военные конфликты сопровождали человечество во все времена. Желание избежать или ослабить воздействие связанных с подобными явлениями неблагоприятных факторов, добиться лучших условий существования людей, сохранить их здоровье в конечном счете определяло поступательное развитие общества, его прогресс. Эти приоритеты сохраняются и сейчас, в 21 веке. Значение безопасности, ее вес в общей характеристике качества жизни в настоящее время значительно возросли. Обеспечение всесторонней безопасности личности, общества, государства и мирового сообщества в целом стало важнейшим приоритетом ближайших десятилетий, превратилось в одну из главных целей стратегии существования цивилизации в современных и прогнозируемых условиях.

Научно-технический и социально-экономический прогресс последних столетий радикально изменил мир, улучшились условия труда, качество жизни, образования, культуры. Вместе с этим технологический прогресс проявил свою негативную сторону. Истощаются ресурсные возможности Земли, появился ряд кризисных явлений в социальной, экономической, политической сферах, возникли новые техногенные и экологические угрозы. Усилилась взаимозависимость природной и техногенной сфер. Глобальными для всего человечества являются природные катастрофы, ухудшение качества природной среды, демографические вопросы, проблемы войны и мира, международный терроризм, организованная преступность, миграция населения, техногенная безопасность и другие явления и процессы.

Сложилась ситуация, когда традиционный путь развития человечества умножал и продолжал умножать различные опасности и угрозы, а защита от них становится все менее эффективной. Подобный путь развития ставит под сомнение саму возможность существования цивилизации. Решить подобные глобальные проблемы можно только усилиями всего человечества с привлечением его научного, технического и материального потенциала.

Комплексный характер угроз современности, их глобальный масштаб требует новых подходов к обеспечению безопасности стран

и регионов, изыскание более эффективных путей развития цивилизации. Поэтому в настоящее время наблюдается целый спектр интеграционных процессов в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности населения. Российская Федерация рассматривает данную проблему как важный элемент обеспечения национальной безопасности.

1. ЧЕЛОВЕК И ЕГО СРЕДА ОБИТАНИЯ

Новая область знаний, именуемая «Безопасность в ЧС» (БЧС) сформировалась в конце 20 века и стала обязательным предметом изучения в образовательных организациях высшего и дополнительного профессионального образования, а также для всего населения России. Это закреплено соответствующими законами, постановлениями Правительства РФ. Речь идет о выживании человека, общества в среде обитания.

Определения: «опасность» – возможность какого-нибудь несчастья, вреда, угроза чего-нибудь очень плохого, а «безопасность» – состояние, при котором не угрожает опасность, есть защита от опасности (Толковый словарь русского языка С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова).

«Жизнедеятельность» – это совокупность всех форм человеческой деятельности и отдыха, способ существования человека.

Таким образом, БЧС можно трактовать как «...науку о безопасном и комфортном взаимодействии человека (общества) со средой обитания и защиты жизни и здоровья людей, объектов и природной среды от негативных факторов среды обитания».

Главной целью развития должно считаться достижение приемлемого уровня безопасности нашей жизнедеятельности.

«...Главная цель общежития есть личная безопасность и неотъемлемость собственности...» (Великий князь Ярослав (Мудрый), 1019–1054 гг., автор «Русской правды» – свода законов).

«...Безопасность – это если знаешь, как увернуться от опасности...» (Э. Хемингуэй, «По ком звонит колокол»).

Аксиомы: «Жизнедеятельность человека всегда потенциально опасна». «Нулевого риска опасности не бывает».

1.1 Среда обитания человека. Вредные, опасные и поражающие факторы среды обитания

Жизнедеятельность человечества осуществляется в окружающей его среде обитания. Очевидно, что под окружающей средой следует понимать совокупность чисто природной (естественной) и измененных общественно-производственной деятельностью человека элементов естественной среды обитания (или иными словами – это природная (естественная) среда и созданные человеком искусственные (техногенная и социальная) среды).

Общая система «человек-среда обитания» показана на рис. 1.1.
СПРАВКА

Существуют различные определения окружающей среды.

1. Среда: а) вещество и или пространство, окружающее рассматриваемый объект; б) природные тела и явления, с которыми организм человека (человек) находится в прямых или косвенных взаимоотношениях; в) совокупность физических (природных), природно-антропогенных (культурных ландшафтов и населенных мест) и социальных факторов жизни человека.

2. Окружающая среда – среда обитания, среда производственно-общественной деятельности человечества, включающая окружающую природную среду и созданные им искусственные (техногенную и социальную) среды.

3. Среда обитания человека – совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющих условия жизнедеятельности человека (общества).

4. Биосфера – это область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Таким образом жизнедеятельность человека протекает в общем случае в трех сферах – биосфере, техносфере и социальной.

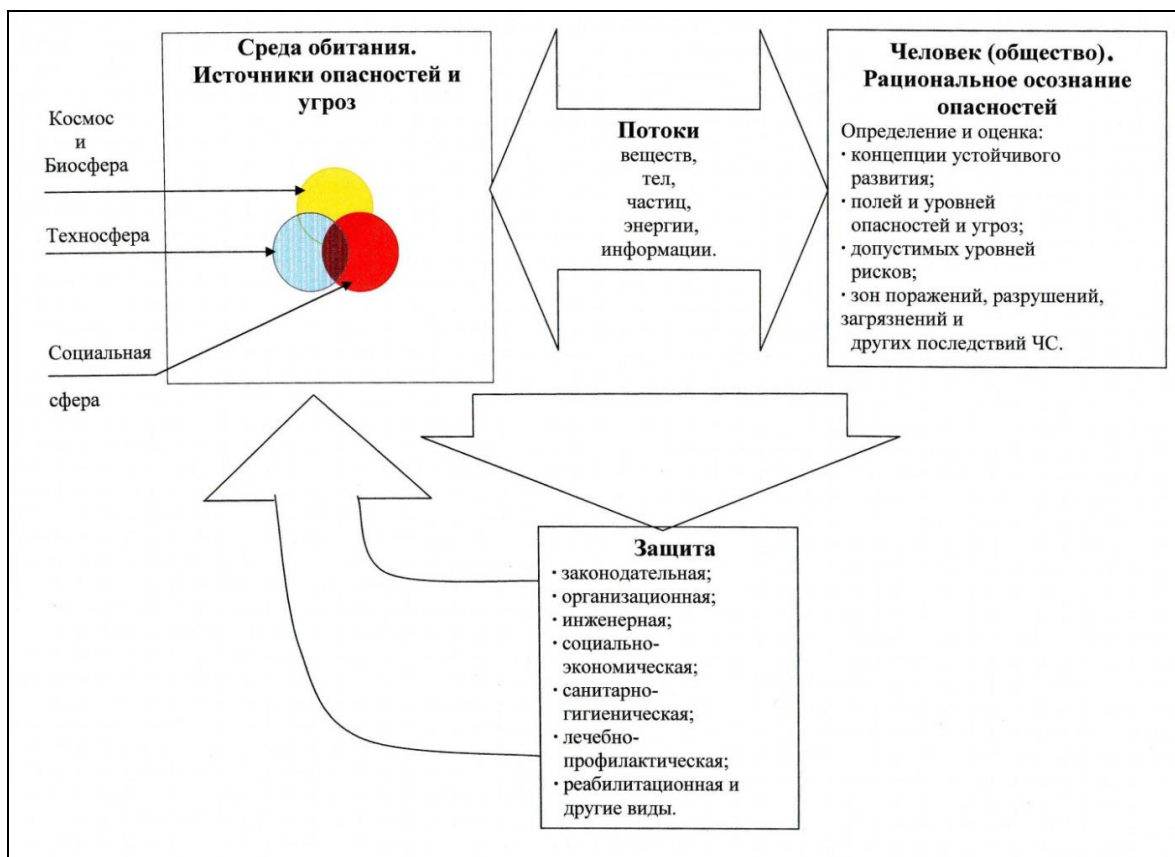


Рис. 1.1 – Общая система «человек – среда обитания»

В каждый конкретный момент времени человек может находиться в различных средах. Под ними будем понимать среды:

- производственная (на работе);
- городская; бытовая;
- природная (выезжаем на природу);
- деревенская и другие.

Каждая из сред обитания человека (как общая, так и частная) имеет как положительные, так и негативные факторы влияния на окружение.

Биосфера может являться источником стихийных бедствий (СБ) – ураганов, цунами, землетрясений, гроз и другими.

Техносфера является источником: загрязнения воздуха, воды, почвы, продуктов питания; шумов и вибраций; воздействия ионизирующих излучений, электромагнитных, тепловых, световых и других полей; аварий, катастроф и других видов воздействий. Особо опасны ошибки человека в системе «человек-машина» (СЧМ) на опасных производствах. Такие ошибки могут привести к тяжелейшим катастрофам.

Социальная сфера может явиться источником различных болезней людей и животных, терроризма, войн, военных конфликтов и других социальных напряженностей.

ВЫВОД

Среда обитания может являться источником воздействия как положительных, так и вредных, опасных и поражающих факторов.

На людей и другие объекты могут действовать: а) вещества; б) тела; в) частицы; г) различные виды энергий. Потoki поражающего воздействия веществ, тел, энергий на объекты лучше всего характеризовать по видам энергии, воздействующей на них. Выделяют особо энергии: а) физическую; б) химическую; в) биологическую. Отсюда правомерно различать физическое, химическое и биологическое поражения (по виду действующих на объект энергий), а также информационное воздействие. Так, физическое поражение возможно за счет воздействия кинетической, акустической, электромагнитной, ядерной, тепловой, световой и других видов энергии. Следовательно, возможно поражение (разрушение) человека (другого объекта) – кинетическое, акустическое, тепловое, световое, электромагнитное и иное.

Химическое поражение возможно за счет воздействия химически опасных веществ (ХОВ) или энергии их превращений.

Биологическое поражение происходит в результате воздействия на живые организмы и даже на технические устройства болезнетворных микроорганизмов, токсинов, иных биологически активных веществ, а также энергии происходящих при этом биологических превращений.

Обобщенная схема построения системы «человек-машина» (СЧМ) показана на рис. 1.2.

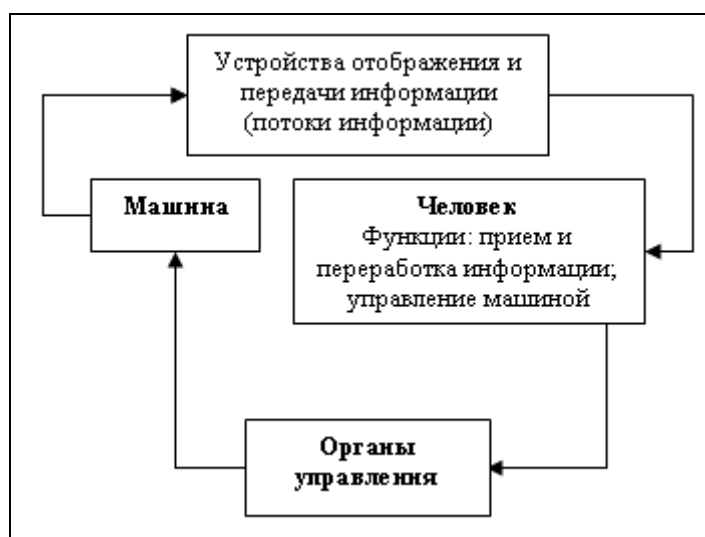


Рис. 1.2 – Обобщенная схема построения СЧМ

1.2 Возможные состояния среды обитания. Критерии безопасного взаимодействия человека со средой обитания

В любой системе «человек – среда обитания» (производственной, городской, жилой, бытовой, природной), а также в СЧМ происходит непрерывный обмен потоками вещества, энергии и информации. Подобный обмен может быть положительным (хорошим) или негативным (плохим). Степени взаимодействия в подобных системах определяются интенсивностью (силой) различных потоков.

В зависимости от интенсивности воздействия потоков (в системе «человек – среда обитания»), принято различать:

1. Оптимальное состояние среды обитания – совокупность воздействующих факторов не оказывает отрицательного воздействия на здоровье человека и его потомство, создает возможность для эффективного труда или отдыха.

2. Допустимое состояние среды обитания – совокупность факторов, которая вызывает нагрузку на физиологические системы человека, но не оказывает отрицательного влияния на здоровье человека, несколько снижает эффективность трудовой деятельности. Такое

взаимодействие гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания.

3. Опасное состояние среды обитания – совокупность факторов, оказывающая вредное воздействие на человека, вызывая при длительном воздействии различные заболевания.

4. Чрезвычайно-опасное состояние среды обитания – совокупность факторов, способная за короткий период времени нанести человеку травму, приводящую к потере трудоспособности или к смерти.

ВЫВОД

Видно, что только лишь 1 и 2 состояния обеспечивают нормальную жизнедеятельность человека.

В системе «СЧМ» возможные ее состояния могут быть:

– запланированное (штатное) состояние – области значений параметров СЧМ соответствуют определенным (запланированным) значениям;

– происшествие – нежелательное (не преднамеренное) событие (ситуация), связанное (ая) с отклонением отдельных (всех) параметров от штатных (нужных) значений в СЧМ;

– опасное состояние – ситуация при которой возможны различные происшествия, наносящие ущерб здоровью людей, имуществу и окружающей среде.

В зависимости от степени ущерба происшествия классифицируются как аварии и катастрофы.

В дальнейшем при изучении охраны труда, следует обратить особое внимание на аттестацию рабочих мест, при которой определяется классификация условий труда (класс условий труда).

Критерии безопасного и комфортного взаимодействия человека со средой обитания.

Одним из критериев безопасности техносферы принята ПДК (предельно допустимая концентрация вещества) – т.е. такая концентрация, когда содержание рассматриваемого вещества в воздухе, воде, почве составляет величину, при которой в течение жизни не возникает ущерба здоровью.

Для потоков энергии устанавливаются предельно допустимые уровни (ПДУ), т.е. такая величина физического фактора, при которой у людей, находящихся в зоне воздействия этого фактора, в течение жизни не возникает ущерба здоровью.

В случаях, когда потоки веществ или энергий от источника негативного воздействия в среду обитания могут нарастать стреми-

тельно и достигать высоких значений (при авариях, например) в качестве критерия безопасности принимают допустимую величину риска. Существует понятие приемлемого риска, пренебрежимого риска и чрезмерного риска.

Критерии оценки возможного состояния СЧМ:

а) Оценка технических элементов систем (узлов):

– вероятность отказа – количественное выражение возможности отказа элемента, P (обычно приводят это значение для часа работы элемента);

– надежность элемента – количественное выражение вероятности безотказной работы элемента $R = 1 - P$;

– наработка на отказ – время непрерывной, безотказной работы элемента, $T = 1 / R$, час.

б) Вероятность безотказной работы системы (узла):

$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \dots R_{n-1} \cdot R_n = \prod_1^n R_i$ – для системы (узла) с последовательным соединением элементов;

– для системы (узла) с параллельным соединением элементов.

$R = 1 - \prod_1^n (1 - R_i)$ для системы (узла) с параллельным соединением элементов.

ем элементов.

Человеческий фактор в СЧМ играет огромную роль. Надежность человека (оператора) как компонента части СЧМ будет зависеть от его антропометрических характеристик, физиологических возможностей, психологического состояния.

Для количественной оценки опасного состояния СЧМ используются также понятия риска.

СПРАВКА

Понятие «риск» используется во многих сферах человеческой деятельности. В настоящее время это понятие расширено – «управление риском», «социальный риск», «интегральный показатель риска», «стратегические риски ЧС», риск в промышленной безопасности, в теории принятия решений и риски в других сферах.

Популярное толкование риска: а) возможная опасность; б) ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода, и возможных неблагоприятных последствий в случае неуспеха; в) все виды пагубного влияния результатов или самого процесса производства на здоровье человека и на природную сферу, связанные с качественными изменениями социальной и экономической среды.

Риск ЧС – общее исходное (родовое) понятие – возможность того, что на определенной территории за определенный период времени могут возникнуть определенные источники ЧС и соответствующие им ущербы.

Показатель риска (ущерб / время) = частота (события / время) умноженная на средний ущерб (ущерб / N -го события).

[В теории принятия решений – величина, равная произведению величины события A (например, ущерба, эффекта поражения и т.д.) на меру возможности наступления этого события q], т.е.

$$R = A \times q$$

Различают понятия:

- индивидуальные риски (например, смертельный исход; нетрудоспособность; травмы средней тяжести и т.п.);
- приемлемые риски ЧС (те значения, которые общество и лица, принимающие на их основе соответствующие решения, считают допустимыми на определенном периоде деятельности);
- чрезмерный риск;
- пренебрежимый риск.

Концепция приемлемого риска: более 10^{-3} – чрезмерный риск; 10^{-3} – 10^{-5} – приемлемый риск; менее 10^{-5} – 10^{-9} – пренебрежимый риск.

Для России предельный нормативный уровень годового индивидуального риска для работающих и вновь строящихся объектов должен находиться в диапазоне 10^{-4} – 10^{-5} смертей в год, (читаются как 10^{-n} степени соответственно).

Травмы и отравления, а также ДТП и бытовые условия вносят основной вклад в техногенный риск, где риск составляет 4×10^{-3} на человека в год.

Средняя величина риска возникновения техногенной ЧС в России – $0,9 \times 10^{-5}$ на человека в год

$$\begin{aligned} \text{[Число ЧС в год } N &= 144 \times 10^6 \text{ чел.} \times 0,9 \times 10^{-5} \text{ ЧС / год} = \\ &= 440 \times 0,9 = 1296 \text{ ЧС/год].} \end{aligned}$$

Управление рисками – это разработка и реализация мероприятий, направленных на снижение ущербов от ЧС. Подобные мероприятия разрабатываются на основе анализа и оценки соответствующих рисков (риска).

1.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях: понятие, цели и содержание дисциплины

БЧС является сложной областью научных знаний. Она включает в себя такие науки как «Техника безопасности», «Промышленная экология», «Охрана окружающей среды», «Охрана труда», «БЖД», «Гражданская оборона» и другие. Эта дисциплина охватывает такие сферы как биосферу, техносферу, социальную сферу и частные (временные) среды обитания человека – природную, производственную, бытовую, городскую, сельскую и другую.

Цель изучения дисциплины – вооружить будущих специалистов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для создания безопасных и безвредных условий деятельности людей, безаварийной работы новой техники и технологических процессов, а также при защите персонала и его действиях в ЧС мирного и военного времени.

Государство определяет вопросы безопасности как важный элемент обеспечения национальной безопасности России. В этом определена роль и значение БЧС как науки в целом.

Основным содержанием дисциплины является:

- оценка полей и уровней воздействия вредных, опасных и поражающих факторов среды обитания и их влияния на жизнь и здоровье людей, объектов и природную среду;
- прогнозирование, предупреждение и ликвидация ЧС;
- защита населения и территорий, объектов и природной среды от ЧС мирного и военного времени;
- законодательная, нормативная правовая база БЧС.

Требования к уровню изучения содержания дисциплины:

Знать:

- законодательные;
- нормативно-технические;
- экономические акты, регулирующие БЧС;
- методы и технику обеспечения безопасных и безвредных условий среды обитания;
- способы и технику защиты человека от негативных факторов среды;
- современные информационные технологии и системы в области БЧС.

Иметь представление: об общих и специальных вопросах безопасности, рациональных условиях труда и влиянии опасных и вред-

ных факторов на здоровье человека; о прогнозировании, предупреждении ЧС в технических системах; о системе правовых и нормативно-технических основ БЧС.

Иметь опыт:

– использования вычислительной техники для контроля и прогнозирования обстановки на рабочих местах;

– инженерных расчетов в определении полей и уровней воздействия поражающих факторов источников ЧС.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под окружающей средой?
2. Назовите виды взаимодействия человека с окружающей средой?
3. Назовите степени взаимодействия «человек – среды обитания» в зависимости от интенсивности различных потоков веществ, энергии и информации?
4. Что такое риск?
5. Перечислите виды риска?
6. Какие сферы охватывает дисциплина «Безопасность ЧС»?
7. Что включает основное содержание дисциплины «Безопасность ЧС»?
8. Дайте определение термину «среда обитания»?
9. Что такое техносфера?
10. Перечислите негативные факторы, присущие техносфере?
11. Что такое предельно- допустимая концентрация?
12. Что такое предельно-допустимый уровень?

2. ОСНОВНЫЕ ОПАСНОСТИ И УГРОЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

2.1 Природные опасности (опасности природного характера)

Природные катастрофы, неблагоприятные природные явления и процессы (чаще их называют стихийными бедствиями) были и остаются по настоящее время самыми древними и глобальными проблемами всего человечества. Подтверждаются факты гибели от природных катастроф целых цивилизаций (Минойской цивилизации в Эгейском море, Атлантиды и др.).

Наибольшую опасность для жизни людей в мире представляют: засухи – 50% всех погибших и пострадавших в мире; наводнения – 36%; ураганы (тайфуны), штормы – 8%; землетрясения – 2–3%. По величине экономических потерь они ранжируются: ураганы (тайфуны), штормы – 43% всех потерь; землетрясения – 27%; наводнения – 20%.

Несмотря на прогресс человечества и рост экономики защищенность людей и материальных средств от СБ не возрастает, а систематически снижается. Так, прирост погибших от природных катастроф на Земле составляет 4,3%, пострадавших – 8,6%, а величина ущерба – 10,4%. Мировой валовой продукт растет меньшими темпами – 3,6% в год.

Для России основные социально-экономические потери приносят наводнения – 30%; оползни, обвалы и лавины – 21%; ураганы, смерчи, сильные ветры – 14%; лесные пожары – 10%; сели и переработка берегов морей и водохранилищ – 3%. Подъем воды на некоторых реках Сибири достигал до 35–40 м. На реке Лене – до 15 м.

1. Космогенные опасности (опасности космогенного характера).

Из имеющихся знаний о космогенной природе земных катастроф можно выделить два космогенных фактора, способных вызвать ЧС – это солнечная активность и космическая погода. Во время возрастания солнечной активности меняется солнечная атмосфера, происходят вспышки и выбросы заряженных частиц из солнечной короны (корональные выбросы массы), а также взаимодействие этих частиц с магнитосферой и верхними слоями атмосферы Земли. Всё это приводит к возмущению земной атмосферы, появлению

«магнитных бурь» (резкому возмущению геомагнитного фона Земли) и в конечном итоге к возможным ЧС на Земле. Воздействие солнечной активности и космической погоды может привести к:

- получению людьми повышенных доз облучения;
- нарушению связи;
- появлению ложных команд в системах управления и навигации;
- нарушению нормальной работы в линиях электропередач (падение напряжений, срабатывание защитной аппаратуры и др.);
- появлению коррозии в сварных швах трубопроводов.

В дни больших магнитных бурь количество инфарктов возрастает в среднем на 13%, инсультов на 7,5%, ухудшается состояние здоровья больных, различные недомогания наблюдаются у 50% населения.

СПРАВКА

За последние 9300 лет было обнаружено 24 периода наивысшей солнечной активности. Очередной 25 цикл солнечной активности ожидается после 2020–2021 гг.

Самая мощная за последние 20 лет магнитная буря накрыла Землю в 2017 году, силовые потоки бушевали два дня, 13 и 14 сентября. К магнитной буре привели ряд мощных вспышек на Солнце. Такая солнечная активность крайне опасна для космических аппаратов на орбите и несет угрозу для здоровья людей на Земле.

2. Опасности столкновения небесных тел с Землей.

Крупномасштабные катастрофы возможны при столкновении крупных небесных тел (астероидов, метеоритов, комет) с Землей. Считается, что подобные катастрофы имели место на Земле. В настоящее время обнаружено около 9 тыс. потенциально опасных космических объектов с размерами в диаметре более 0,5 км., орбиты которых проходят рядом с Землей. Однако, только у 350 из них известны даты прохождения около Земли. Падение небесного тела на Землю сопровождается взрывом огромной мощности. Последствиями взрыва могут быть:

- появление пыли в атмосфере (запыленность атмосферы может привести к ограничению солнечной освещенности, ухудшению фотосинтеза, гибели растительного мира и другими явлениям – подобное явление называют эффектом «ядерной зимы»);
- пожары (горение, задымленность);
- повышение в атмосфере азота (отсюда кислотные дожди; нарушение озонового слоя);

- ударная волна (возможность громадных разрушений);
- появление цунами и другие поражающих факторов.

СПРАВКА

Падение на Землю небесного тела диаметром свыше 1,5 км. может привести к глобальной катастрофе (частичное вымирание живой массы планеты), а столкновение с Землей астероида размером более 10 км. – к глобальному вымиранию живой массы планеты. При столкновении Земли с Тунгусским метеоритом энергия взрыва последнего оценивается в 10^{16} – 10^{17} Дж, что эквивалентно взрыву 10–40 Мт тротила. Небесные тела с 30–50 м в диаметре способны взрываться в воздухе и образовывать разрушения на площади сотен кв. километров. Энергия таких взрывов и ударов эквивалентна взрыву водородной бомбы мощностью более 10 Мт. Катастрофу такого рода называют локальной.

3. Географические экзогенные геологические опасности (опасности геологического характера).

К таким опасностям относят:

- землетрясения, вулканические извержения, горные удары, цунами;
- оползни и обвалы, лавины, сели, карстовые процессы, эрозию почв, подтопления, пучение грунтов и другие.

СПРАВКА

Землетрясение – самое тяжелое по своим последствиям стихийное бедствие. Так, во всем мире от него во второй половине XX века погибло более миллиона человек, а материальный ущерб составил за это время 300 млрд. долларов США. Интенсивность землетрясения оценивается либо по шкале Рихтера с помощью магнитуд (М) от 0,0 до 9,0 (мера энергии упругих колебаний, выделяемой в очаге (гипоцентре) землетрясения, логарифмическая шкала – шкала магнитуд) или измеряется на поверхности земли в баллах (J) по 12-ти балльной международной шкале MSK-64. Цунами (гигантские волны, вызванные землетрясениями) приносят значительные беды в прибрежных к океану районах.

Горный удар – это внезапное, быстро протекающее разрушение массива пласта с выбросом породы в подземные выработки.

Отметим подъем уровня Каспийского моря на 240 см. за период 1978–1995 г. По прогнозу ожидается продолжение подъема уровня моря не менее 6 см / год. В результате было разрушено и затоплено более 340 тыс. га прибрежных территорий. Прямой экономический ущерб составил млрд. рублей.

4. Метеорологические опасности.

На территории России климатические условия подвержены большим колебаниям, ущерб от гидрометеорологических явлений может достигать до 80% ущерба от природных катастроф. К опасностям и угрозам метеорологического характера относят:

- ураганы (тайфуны);
- бури (штормы);
- смерчи (торнадо);
- снежные (пыльные) бури;
- метели;
- снегопады;
- град;
- засуха и другие.

СПРАВКА

Скорость ветра оценивается по 17-ти балльной шкале Бофорта: сильный ветер(метель) – более 14 м/с; буря (шторм, гроза) – более 20 м/с; ураган (тайфун) – более 30 м/с. Сильный снегопад – более 20 мм выпавших осадков за 12 часов; сильный ливень (ливневый дождь) – не менее 30 мм осадков за 1 час; сильный дождь – не менее 50 мм. (в селеопасных районах – не менее 30 мм.)за период не более 12 ч.; град – диаметр градин не менее 20 мм.; шквал – скорость ветра – 25 м/с; смерч – скорость ветра в центре – порядка 100 м/с.

5. Гидрологические опасности.

К ним относят:

- наводнения; заторы;
- зажоры;
- нагоны;
- половодья;
- паводки;
- прорыв плотин и другие.

Наводнения относятся к наиболее опасным природным катастрофам. Они угрожают более чем 70% территории суши Земли. В России они угрожают более чем 40 крупным городам и несколько тысячам населенным пунктам. Периодическому затоплению подвержена территория площадью порядка 500 тыс. га. Среднестатистическая величина ежегодного ущерба по России оценивается порядка 3,25 млрд. долларов в год.

6. Природные пожары (лесные, торфяные, степные).

По данной статистической отчетности число лесных пожаров в 90% случаев происходит по вине людей и 10% от грозových

разрядов. Ущерб от пожаров огромен. Ежегодный ущерб за последнее десятилетие от пожаров исчисляется в суммах до 13 млрд. рублей.

СПРАВКА

Среднегодовая горимость лесов России составляет на площади 5,48 млн. га. Среднее число возникающих (регистрируемых) лесных пожаров в год может составлять порядка 50 тыс. случаев. Прогнозируется, что общая охватываемая огнем площадь к 2020 году может составлять по России в пределах 3,9–4,2 млн. га.

7. Массовые заболевания людей, животных, растений (эпидемии; эпизоотии; эпифитотии).

Анализ эпизоотической ситуации по особо опасным болезням сельскохозяйственных животных в стране показывает, что она остается сложной и напряженной. За последние 10 лет зарегистрированы вспышки опасных болезней: ящура, чумы крупного рогатого скота, оспы овец и коз, чумы свиней, сибирской язвы, бешенства, болезни птиц. Принятыми мерами не допущено широкое распространение подобных болезней.

Сохраняется и напряженность в борьбе с болезнями и вредителями растений. Потери урожая могут составлять до 40%.

СПРАВКА

Болезнями растений могут быть мучнистая роса, бурая ржавчина, фузариоз колоса, септориоз, фитофтороз картофеля. Основные вредители – колорадский жук, луговой мотылек, саранчовые, клоп, вредная черепашка и другие.

2.2 Опасности техногенного характера

Проблема техногенной безопасности порождена количественным и качественным ростом экономики. При этом количественный её рост определяется увеличением числа производственных организаций, а качественный – наличием и появлением новых высоких и сложных технологий. Говоря проще о производственной безопасности, – что цивилизация «трещит под гнетом собственной сложности».

На территории России функционирует около 45 тыс. пожаро-взрывоопасных производств. В это число входят около 3,3 тысяч химически опасных и более 700 крупных радиационно опасных объектов, свыше 3,5 тыс. объектов располагают значительными

запасами хлора и аммиака, более 500 тысяч тонн хлора ежегодно перевозится по железным дорогам.

Около 200 водохранилищ эксплуатируется более 50 лет без требуемых реконструкций и ремонта.

В наиболее ответственных отраслях (энергетика, нефтегазохимия) потенциально опасные объекты имеют выработку проектного ресурса на уровне 75–90%.

Все перечисленное заставляет говорить о нарастании потенциальной техногенной угрозы. Аварии и катастрофы в техногенной сфере занимают до 70% от всех ЧС в год. Совокупный экономический ущерб от них может составлять 3–4% от ВВП страны. Последствия подобных аварий приводят к необратимым нарушениям экологии и заметно сказываются на безопасности населения и государства. Выделим некоторые особо опасные аварии на предприятиях и отраслях производства.

1. Аварии на химически опасных объектах (ХОО).

На территории России насчитывается более 3600 ХОО. 148 городов с численностью более 100 тыс. человек в каждом расположены в зонах повышенной химической опасности. Наибольшее число аварий происходит на предприятиях производящих, хранящих и транспортируемых хлор, аммиак, ацетилен, минеральные удобрения, гербициды, продукты органического и неорганического синтеза. Подобных аварий в год происходит порядка 8% от общего числа техногенных ЧС.

2. Аварии, связанные с пожарами и взрывами.

Особую опасность представляют взрывы и пожары на предприятиях химической, нефтяной, газовой, горнодобывающей промышленности. В целом каждые 5 мин. в стране вспыхивает пожар. Каждый час в огне погибает один человек и около 20 человек получают ожоги и травмы. По прогнозам до 2020 г. ежегодное число пожаров будет в диапазоне 270–300 тыс., а количество погибших людей при пожарах от 13 до 15 тыс. человек. Частость подобных аварий 350–450 1 / год. Их доля составляет 48,5% от всех техногенных аварий.

3. Аварии с выбросом радиоактивных веществ.

В России насчитывается около 7,3 тыс. организаций, осуществляющих свою деятельность с использованием радиоактивных веществ (РВ) и изделий на их основе. Особо сложная проблема хранения и переработки отработавшего ядерного топлива. Всего накоплено уже отходов с суммарной активностью свыше 4

млрд. Кюри. Возрастает потенциальная опасность морских захоронений твердых отходов, а также затонувшие атомные подводные лодки.

4. Транспортные аварии.

В это понятие включают аварии на транспортах – железнодорожном, воздушном, автомобильном, водном, трубопроводном (газо-, нефтепродуктопроводном) – последние являются одним из самых масштабных и убыточных. Всего доля аварий и катастроф на транспорте составляет порядка 36,0% от всех техногенных ЧС за последнее десятилетие (в т.ч. на автодорогах – 17,4%, на железных дорогах – 9,1%, трубопроводах – 4,4%, воздушном транспорте – 4,0%, на водном транспорте – 1,2%).

5. Гидродинамические аварии.

Всего на территории РФ эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и сотни накопителей промышленных стоков и отходов. За последние годы зарегистрировано аварий около 1% от общего числа гидротехнических сооружений. Имеются водохранилища с объемом воды более 1 млрд. кубов. Напор в таких водохранилищах может достигать 30 метров, а высота прорывной волны составлять 15 метров. Могут образоваться зоны катастрофического затопления с уровнями 3–6 метров на площадях в тысячи кв. км.

6. Аварии и катастрофы в зданиях жилого, социального и культурного назначения. Подобных аварий и катастроф ежегодно происходит около 300. Основная их причина – пожары и взрывы, обрушения зданий, сооружений. Возросло число пожаров в больницах, поликлиниках, школах и на предприятиях торговли.

7. Аварии на коммунальных системах.

Такие системы предназначены для нормального жизнеобеспечения населения страны. Они включают предприятия коммунальной энергетики, эксплуатирующих более 32 тыс. котельных, 70 тыс. км. муниципальных теплосетей и около 400 тыс. км. водопроводных сетей. Увеличение аварийности в таких системах связано главным образом со значительным физическим износом основных фондов коммунальной инженерной инфраструктуры городов и сел. Нет необходимости особо разъяснять последствия подобных аварий, когда люди остаются без воды, тепла, света и других удобств. Возрастает сопутствующая опасности – вызванные применением нестандартных отопительных средств, а также использованием загрязненной и зараженной воды и другими

причинами. Подобные сопутствующие опасности (аварии) носят название «эффекта домино».

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ:

1. Анализ динамики аварий и катастроф за последние 13 лет с 2004–2017 гг. позволяет сделать выводы, что число последних может составлять в среднем 870 в год. Соотношение количества техногенных аварий к природным составляло примерно 3,3:1, а число пострадавших к погибшим – порядка 9,0:1. Среднее число погибших при пожарах в России на 100000(10⁵) человек составляет 12,7 что является самым большим числом из 10 стран (в США – 1,5 человека, Японии – 1,7 человека, Великобритании – 1,0).

2. Темпы роста ущербов от аварий могут составлять 3–8% в год.

3. Техносфера будет становиться всё более глобально и локально неустойчивой.

4. Все большую остроту приобретают экологические проблемы по оздоровлению воды, почвы, воздуха.

2.3 Опасности и угрозы экологического, биолого-социального и военного характера

1. Экологические угрозы. В настоящее время стало очевидным нарушение цикличности протекающих в природе биологических процессов, возникновения дисбаланса продуктов синтеза и разложения веществ в биосфере, что ведет (считаем, что привело) к утрате биохимических циклов самовосстановления. Говоря проще, нарушено взаимодействие общества с природой, природа не в состоянии «переварить» продукты и отходы цивилизации. Результатом этих нарушений и является современный экологический кризис, который приобрел глобальный характер.

Основными объектами антропогенного воздействия оказались три природные среды – Суша, Атмосфера, Гидросфера, а также все живое на планете. В результате этого воздействия и происходят негативные изменения этих сред.

Так, примерно 44% населения страны (65 млн. человек) живет в городках, в которых превышены установленные нормы загрязненности воздуха. Количество городов с превышением ПДК некоторых вредных примесей в воздухе: взвешенные вещества – 73 города; диоксида азота – 96 городов; формальдегида – 103 города.

Ежегодный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух только от стационарных источников составляет

примерно 126 кг. на человека. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты составляет 148 тонн в год на человека. На предприятиях накоплено более 1700 млн. тонн токсичных отходов или 11,3 тонны на человека.

Главными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, фенолы, соединения меди, цинка, оксиды азота, формальдегиды и другие.

Почва сельскохозяйственных угодий на больших территориях загрязнена тяжелыми металлами, радиоактивными веществами, бытовыми и промышленными отходами, а также остатками пестицидов, нитратов и других токсикантов.

Накопление в атмосфере парниковых газов (диоксида углерода, метана, оксида азота и др.) считается одной из причин потепления климата на Земле.

Одной из центральных проблем экологии является обеспечение чистой питьевой водой человечества.

Сложившаяся экологическая ситуация не может не сказаться на здоровье населения. Отмечена сильная зависимость комплексного загрязнения окружающей среды с общей смертностью и с такими ее причинами как болезни крови и кроветворных органов, психические расстройства, болезни органов пищеварения; средняя зависимость отмечается с такими причинами смертности как болезни эндокринной системы, нервной системы и органов чувств, органов дыхания, врожденные аномалии. По разным оценкам, загрязнение воздуха в среднем обуславливает 17% общей заболеваемости у детей и 10% – у взрослых.

2. Биолого-социальные опасности.

Такие опасности направлены в первую очередь против общества и конкретно против людей. Они нарушают условия нормальной жизнедеятельности людей, ставя на грань возможность их выживания. Перечень таких опасностей обширен. В программе обучения рассматриваются лишь те из них, которые имеют отношение к деятельности МЧС России. Некоторые из них:

- демографические проблемы;
- проблемы дефицита продовольствия;
- инфекционные болезни и эпидемии;
- миграционные процессы;
- нарушение условий жизнедеятельности населения в районах крайнего Севера и приравненных к ним местностях;
- терроризм и другие угрозы.

СПРАВКА

Основной причиной демографического кризиса является два фактора: рост смертности и снижение рождаемости. В России сложился самый высокий показатель смертности в Европе (сверхсмертность мужчин в трудоспособном возрасте и увеличение младенческой смертности). Уровень рождаемости в стране на 40% ниже необходимого для численного замещения родителей. За последнее десятилетие абсолютное число рождений уменьшилось почти в 2 раза. Средняя продолжительность жизни в России примерно 65 лет (т.е. мужчин – 58 лет, женщин – 72 года). Риск смерти (количество смертей в год, 1/год) в России составлял $15,35 \cdot 10^{-3}$ (т.е. 15,35 смертей на 1000 человек). При этом смертность по старости – $2,30 \cdot 10^{-3}$ (15%), преждевременная смертность составляла $13,05 \cdot 10^{-3}$ (85%). Риски преждевременной смертности по различным причинам составляли:

- социально-экономическим – $6,60 \cdot 10^{-3}$ (56,5%);
- экологическим – $2,70 \cdot 10^{-3}$ (20%);
- природно-техногенным – $0,77 \cdot 10^{-3}$ (5%);
- самоубийства – $0,30 \cdot 10^{-3}$ (2,5%);
- преступлений – $0,20 \cdot 10^{-3}$ (1,5%).

Значительно ухудшилось здоровье граждан России, что чревато снижением качества человеческого потенциала всей нации на длительную перспективу. Лишь 10% детей оканчивают школу здоровыми, а один из трех призывников может служить в армии. В России ежегодно регистрируется от 35 до 50 млн. случаев инфекционных заболеваний. Наиболее опасными инфекционными болезнями являются грипп, кишечные инфекции, туберкулез, дифтерия, СПИД и другие. Ежегодные травмы и косвенные потери от них составляют около 15 млрд. рублей. К концу 20 века размеры поставок продовольствия в Россию из-за рубежа составили около 30% внутреннего потребления (предел 25%). Терроризм окончательно не ликвидирован. Есть все основания полагать, что он может стать более распространенным, организованным и изощренным. Усилилась проблема ядерного и биологического терроризма.

3. Опасности военного характера.

Проблема войны и мира человечеством не разрешена до настоящего времени. Она остается. Так, в конце XX века

происходило свыше 35 крупных вооруженных конфликтов. За 50 лет после второй мировой войны в средних и малых войнах погибло около 40 млн. человек, что сопоставимо с числом жертв в мировых войнах. При этом неуклонно возрастают потери гражданского населения. В первую мировую войну они были в 20 раз меньше боевых, во вторую – примерно одинаковы; во Вьетнаме – в 9 раз больше боевых, а в последующих локальных войнах они превысили боевые потери в 10–15 и более раз.

Поражающие возможности современного оружия как по фронту, так и по глубине настолько велики, что последствия их применения могут достигать невиданных масштабов и быть крайне разрушительными. К опасности от возможного применения современного оружия, помимо традиционных средств, можно отнести:

- опасности от применения ОМП (оружия массового поражения);
- опасности от применения ВТО (высокоточного оружия);
- опасности от применения оружия с нетрадиционными факторами поражения (нелетальное химическое оружие, информационное, психологическое и психотропное, лазерное, пучковое, электромагнитного импульса, геофизическое, акустическое, биотехническое, метеорологическое и СВЧ оружие).

Источниками военных угроз могут быть:

- территориальные претензии;
- захват национальных богатств;
- стремление отдельных государств и коалиций к разрешению конфликтов силовыми методами;
- действия других государств по дестабилизации внутривнутриполитической обстановки;
- расширение военных союзов и нарушение международных договоров;
- распространение оружия массового поражения, появление новых видов оружия;
- нарастание националистических сепаратистских тенденций;
- нестабильность военно-политической обстановки;
- расширение масштабов терроризма.

Современная война будет сопровождаться массовой гибелью и санитарными потерями не только военнослужащих, но и мирного населения. Кроме того, демографические и прочие долговременные вторичные последствия войны могут оказаться тяжелее самих непосредственных последствий.

Двадцатый век войдет в историю человечества не только его выдающимися открытиями и достижениями, но и распространением наиболее уродливого и трагического явления – терроризма. Защита населения, территорий и объектов экономики от него становится одной из центральных задач Государства.

Анализ опасностей и угроз и их конкретных проявлений на территории России на период до 2020 года позволяет сделать следующие выводы:

1. Риски проявления опасностей и угроз в любой из сфер и геофизических сред уменьшаться не будут и в XXI веке, а ущербы от них могут возрастать.

2. Многие опасные тенденции оказываются запущенными, достигают критического состояния и разряжаются различного рода бедствиями. В результате складываются ЧС различного характера и масштаба, происходит дестабилизация условий существования людей, наносится большой урон обществу, который выражается в людских потерях и экономическом ущербе.

3. Основная часть глобальных проблем безопасности, даже осознанных человеческим сообществом, в настоящее время эффективных решений не находит в силу их колоссальной сложности и масштаба. Для решения таких проблем нужны совместные усилия всех государств с их материальным и научным потенциалом.

4. В XXI веке возрастает роль и значение научного противодействия глобальным угрозам. Для этого необходимо использование межнаучных (междисциплинарных, комплексных) подходов. Наш мир слишком сложен, чтобы уложить его в узкие («цеховые») научные рамки. Речь идет о безопасности человечества. Необходима системная интеграция многих областей науки для решения подобных проблем.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите космогенные факторы опасности?
2. Перечислите последствия падения на землю крупных небесных тел?
3. Как оценивается интенсивность землетрясения?
4. Что относится к метеорологическим опасностям?
5. Назовите виды природных пожаров?
6. На каких предприятиях, объектах происходят аварии с выбросом опасных химических веществ?
7. Перечислите виды транспортных аварий?
8. Что относится к авариям на коммунальных системах?
9. Что относится к опасностям военного характера?
10. Перечислите биолого-социальные опасности?

3. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

3.1 Чрезвычайные ситуации. Термины и основные понятия. Поражающие факторы источников ЧС

Как видно, потенциальные опасности нашей жизнедеятельности довольно разнообразны. Они сопровождают деятельность человека (общество) в любой сфере и среде, в любой области производства и отдыха. Потенциальные опасности реализуются. Любой сбой в системах «человек – среда обитания», «человек – машина», техногенные аварии и катастрофы, СБ, военные конфликты и войны увеличивают вероятность возникновения ЧС со всеми вытекающими последствиями. Особо опасны так называемые «тихие катастрофы». Они порождаются выбросами в атмосферу и сбросом в водоемы вредных веществ (отходов производства).

Под ЧС следует понимать иную, нестандартную, аномальную обстановку, связанную с человеческими жертвами, материальным и моральным уроном, а также нанесением ущерба окружающей (природной) среде.

Термины и основные понятия определены ГОСТ Р22.0.02-94 (для БЧС) и ГОСТ Р42.0.01-2000 (для гражданской обороны (ГО)).

Вспомним еще раз значения слов: «Опасность – возможность какого-нибудь несчастья, вреда, угроза чего-нибудь очень плохого...» (Толковый словарь русского языка. Ожегов С.И. и Шведова Н.Ю.) и «Безопасность – состояние, при котором не угрожает опасность, есть защита от опасности» (там же). Отметим, что опасность трансформируется в угрозу только в том случае, когда она может причинить ущерб конкретному объекту (субъекту)¹.

ЧС – обстановка на определенной территории (акватории), сложившаяся в результате последствий опасного природного, техногенного происшествия, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источники ЧС – техногенные аварии и катастрофы, стихийные и иные природные бедствия, применение современных средств пора-

¹ Здесь и в дальнейшем под объектом (...ами) следует понимать (если это не оговорено особо) живые организмы, технические средства, здания, сооружения и элементы окружающей среды, подвергающиеся поражающему воздействию.

жения, инфекционные болезни людей, животных и растений, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

Поражающий фактор источника ЧС – составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником ЧС и характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями (проявлениями), которые определяются или выражаются соответствующими параметрами (выделяют первичные или вторичные поражающие факторы).

Опасность в ЧС – состояние, при котором создавалась или вероятно угроза возникновения поражающих факторов и их воздействия на окружающую среду.

Безопасность в ЧС – состояние защищенности населения, объектов экономики и среды от опасностей в ЧС (различают безопасность по видам- промышленная, радиационная, химическая, биологическая, пожарная и др.).

Авария – опасное техногенное происшествие (разрушение сооружений либо технических устройств, неконтролируемый взрыв, выброс опасных веществ в среду и т.п.), приводящее к разрушению технических устройств и сооружений и представляющая угрозу жизни людей и окружающей среде обитания.

Техногенная катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде.

Зона ЧС – территория, на которой сложилась ЧС (различают: зоны поражения, заражения, загрязнения; часть зоны – зону бедствия, зону временного отселения и т.п.).

Очаг поражения – ограниченная территория, в пределах которой в результате применения ССП произошли массовая гибель или поражение людей, животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений и т.д.

Потенциально опасный объект – объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят, транспортируют опасные вещества (воспламеняющиеся, окисляющиеся, горючие, токсичные, радиоактивные и другие вещества), создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС (объекты, использующие оборудование, которое работает под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115°C, считаются опасными).

Риск возникновения ЧС – вероятность или частота возникновения источника ЧС (это степень опасности испытать негативные воздействия или неудачи в предпринимаемых действиях).

Поражающие факторы ЧС (см. их определение) разнообразны и обширны. Для теории и практики безопасности в ЧС недостаточно установить лишь категории опасных объектов. Необходима также оценка их потенциальной опасности. Для проведения такой оценки требуется установить вид энергии, которая может высвободиться при ЧС, а также ее количественную величину. Особо следует выделить три вида энергии, которые воздействуют на окружающие объекты – это физическую, химическую и биологическую. Отсюда правомочно называть физическое, химическое и биологическое поражения объектов.

Физическое поражение обусловлено воздействием на объекты физической энергии (тел, частиц, сред, полей), которое приводит к потере их нормальной работоспособности. При этом на объекты воздействуют все формы физической энергии – кинетическая, акустическая, электромагнитная, ядерная, тепловая, световая и другие. Под их воздействием объект может получить и соответствующее поражение (повреждение), т.е. механическое, акустическое, тепловое, электрическое, радиационное и другие виды.

Химическое поражение возникает при воздействии химических веществ (энергии химических превращений) на объекты. Оно характеризуется острыми отравлениями людей и животных, отдаленными генетическими, онкологическими и другими последствиями. Происходит химическое заражение воздуха, воды, почвы. Одновременно могут происходить и структурные изменения в различных материалах, которые влияют на длительность работы технических средств. Нарушается озоновый слой в атмосфере Земли.

Биологическое поражение происходит в результате воздействия на живые организмы болезнетворных микроорганизмов, токсинов, иных биологически активных веществ, а также энергии происходящих при этом биологических превращений. Подобные воздействия возможны и на другие объекты, в том числе и на технические устройства и различные материалы.

3.2 Классификация, критерии оценки ЧС. Причины возникновения ЧС. ЧС военного характера

Необходимо отметить, что при СБ, ТАК, военных конфликтах происходит информационно-психологическое воздействие на людей. Чаще всего происходит одновременное воздействие многих поражающих факторов источников ЧС на окружающие объекты. При этом

справедливо говорить о комбинированном воздействии на объекты (комбинированном поражении людей).

Все ЧС удобно подразделять по характеру их происхождения и по масштабам последствий, причиняемых ими.

Все ЧС по характеру источника их происхождения подразделяют на:

- ЧС природного характера;
- ЧС техногенного характера;
- ЧС биолого-социального характера;
- ЧС военного характера.

По масштабам охвата территории и других последствий ЧС можно классифицировать как:

- локальная (зона ЧС не выходит за пределы территории объекта экономики (организации));
- муниципальная (зона ЧС не выходит за пределы территории одного поселения или одной из частей территории города);
- межмуниципальная (зона ЧС затрагивает территории двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию);
- региональная (зона ЧС не выходит за пределы территории одного субъекта РФ);
- межрегиональная (зона ЧС затрагивает территории двух и более субъектов РФ);
- федеральная (зона ЧС не выходит за пределы территории РФ).

Подобная классификация ЧС установлена Постановлением Правительства РФ от 21.05.2007 г. № 304 (таблица 3.1).

В соответствии с приказом МЧС Российской Федерации № 329 от 08.06.2004 г. в целях совершенствования статистического учёта ЧС принято считать локальной ЧС с числом погибших 2 и более человек, число госпитализированных 4 и более человек, прямой материальный ущерб гражданам 100 тыс. рублей, предприятиям, учреждениям и организациям 500 тыс. рублей.

По содержанию первичных источников все ЧС можно свести в следующие группы:

1. ЧС, вызванные стихийными бедствиями (чисто природного характера)².
2. ЧС, вызванные выбросом (утечкой) опасных веществ в окружающую среду в результате аварий на радиационно-, химически-,

² К этому положению нужно относиться критически. В наше время можно многие природные процессы вызвать искусственно (землетрясения, наводнения, сход лавин и т.д.)

бактериологически опасных объектах (аварии на АЭС, объектах, связанных с АХОВ, бактериологическими и др. опасными средствами). Эти ЧС могут быть как техногенного, так и вторичного природного характера.

3. ЧС, вызванные взрывами, пожарами и их последствиями (как техногенного, так и природного характера).

4. ЧС, вызванные авариями на транспортных коммуникациях (аварии на железно дорожном, воздушном, автомобильном, водном транспорте; аварии на трубопроводах, энергосетях и т.п.) Подобные ЧС могут быть как техногенного, так и природного характера.

5. ЧС, вызванные факторами военно-политического характера.

Таблица 3.1

Классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера³

Наименование ЧС	Критерии оценки ЧС			Силы и средства для ликвидации ЧС ⁴
	масштаб ЧС, зона ЧС затрагивает территорию)	либо		
		количество пострадавших человек, (Ч)	размер материального ущерба составляет млн. рублей, (М)	
1. Локальная	объекта	не более 10	не более 0,1	организация (объекта) по указанию руководителя работ
2. Муниципальная	одного поселения или внутри городской территории города	не более 50	не более 5,0	Органов местного самоуправления
3. Межмуниципальная	двух и более поселений или внутри городских территорий	не более 50	не более 5,0	Органов исполнительной власти субъекта РФ
4. Региональная	одного субъекта РФ	$50 < Ч < 500$,	$5 < М < 500$	Органов исполнительной власти субъектов РФ, регион. центра и под его руководством
5. Межрегиональная	двух и более субъектов РФ	$50 < Ч < 500$	$5 < М < 500$	Органов исполнительной власти субъектов РФ региональных центров
6. Федеральная ⁵	Выходит за пределы РФ, либо затрагивает территорию РФ при ЧС за рубежом	-	-	По решению Правительства РФ

³ Установлена Постановлением Правительства РФ от 21.05.2007 г. №304

⁴ К ликвидации ЧС могут привлекаться силы и средства МЧС России, других министерств и ведомств по обращению за помощью комиссий по ЧС и в соответствии с законодательством РФ

⁵ Глобальная ЧС (если зона поражения ЧС выходит за границы РФ или затрагивает территорию РФ от внешней ЧС). Постановление Правительства РФ от 27.05.2005 г. № 335

Особенности опасностей при ведении военных действий. Их можно свести к следующим:

1. Опасности, возникшие от прямого воздействия современных средств поражения (ССП).

2. Опасности, которые могут возникнуть опосредованно от разрушения зданий и сооружений, и особо от разрушения опасных объектов (т.е. от вторичных факторов поражения. Ущерб от них может намного превышать первичные потери).

3. Опасности, связанные с нарушением среды обитания человека, которые могут привести к его гибели или нанести существенный вред здоровью.

Эти и другие опасности в отличие от техногенных и природных:

– планируются, подготавливаются и реализуются человеком, его разумом и поэтому имеют изощренный характер (например, тер. акты);

– они могут появиться в самый неподходящий момент, т.к. реализуются по плану человека;

– развитие средств и способов поражения всегда опережает средства и способы защиты. Возникает «дуэльная» ситуация и нужен ум, опыт, чтобы выйти победителем с этой ситуации.

Критерии оценки ЧС. Последствия ЧС можно оценивать в общем случае следующими критериями: масштабом (размерами площади или радиуса); числом погибших и раненных людей; индивидуальным или общественным потрясением; отдаленными физическими, психическими, генетическими и иными последствиями; экологическими последствиями; материальным ущербом; степенью разрушений и повреждений зданий и сооружений или загрязнения (заражения, обводнения и т.д.); продолжительностью воздействия отрицательных факторов и другими критериями.

Причины возникновения ЧС. Причинами возникновения ЧС могут стать: а) СБ (объективный фактор); б) ТАК; в) военные конфликты. Техногенные аварии (катастрофы) и военные конфликты являются субъективными факторами, т.е. производными от человеческой деятельности. Они могут объединять большую группу причин их возникновения. Это:

– просчеты при проектировании (в политике);

– недостаточный уровень современных знаний (пример, не учет геопатогенных зон при строительстве объектов);

– отступления от проектов и некачественное строительство;

– непродуманное размещение производства (пример, размещение АЭС в сейсмоопасной зоне);

– нарушение технологических процессов при производстве (ремонтных работах и т.п.). Примеры: авария на железно дорожной станции Ховрино и взрыв в Арзамасе;

В заключении данного раздела необходимо уяснить, что:

Характер последствий СБ (ТАК) будет зависеть от их интенсивности (вида аварий), масштаба, особенностей объекта, города, района или региона, обстоятельств (день, ночь, зима, лето и т.д.), обстановки, в которых они произошли. В ряде случаев СБ влекут за собой аварии, которые могут сопровождаться взрывами, пожарами, утечкой (выбросом) АХОВ и РВ, т.е. появлением вторичных и третичных поражающих факторов (эффектом «домино»).

Ликвидация ЧС потребует высокого профессионализма, привлечения огромных сил и средств (людей и техники), больших материальных, физических и нервных затрат. Всей своей деятельностью мы должны стремиться уменьшить возможный ущерб и потери от последствий ЧС. Для этого необходимо научиться предупреждать возникновение ЧС, прогнозировать их последствия и заблаговременно проводить подготовительные мероприятия. Короче для защиты населения и окружающей среды от всех видов поражающего воздействия в мирное и военное время должна быть создана надёжная система гражданской защиты и система гражданской обороны. ГО является важным элементом системы обеспечения национальной безопасности страны, составной частью оборонной функции государства. Она выполняет оборонную, социальную и экономическую функции.

3.3 Основные направления и содержание государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС

Основные направления и содержание государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС. В этом вопросе следует иметь ввиду, что речь идет о сфере деятельности МЧС России. Основная цель государственной политики в этой области будет заключаться как «... Обеспечение гарантированного уровня безопасности личности, общества и государства от ЧС в пределах научно-обоснованных критериев приемлемого риска...». Вспомним о двух аксиомах БЖД: «Жизнедеятельность человека всегда потенциально опасна» и «Нулевого риска не бывает». Вот почему существует поня-

тие «приемлемого риска» – т.е. такой риск нашей жизнедеятельности, который в данный период времени допустим.

Пути достижения главной цели достаточно многообразны, но, по нашему мнению, можно остановиться на следующих элементах и направлениях государственной политики (рис. 3.1).

1. Создание и развитие соответствующей законодательной, нормативно-правовой и методической базы по обеспечению безопасности населения и территорий в мирное и военное время. Такая база создается и реализуется на основе Конституции РФ (1993 г.), Стратегия национальной безопасности РФ (2009 г.), законов РФ, касающихся безопасности населения и территории России, Указов Президента РФ, Постановлений правительства РФ, а также документов федеральных министерств и ведомств субъектов РФ. Всего было принято более 60 федеральных законов, свыше 120 постановлений Правительства РФ, а также порядка 300 ведомственных приказов, положений и инструкций, регулирующих деятельность органов власти в области защиты населения и территории от ЧС. Некоторые из них: Федеральные законы – «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (1994 г.); «О пожарной безопасности» (1994 г.); «О радиационной безопасности населения» (1996 г.); «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1997 г.); «О гражданской обороне» (1998 г.); «О противодействии терроризму» (2006 г.); «О безопасности» (2010 г.); «Кодекс об административных правонарушениях» (2001 г.) и многие другие; постановления правительства РФ – «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» (2003 г.); «О порядке подготовки населения в области защиты от ЧС» (1995 г.); «Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны» (2000 г.) и другие. Указанные законы и иные нормативно-правовые акты регламентируют необходимые виды деятельности всех органов власти в областях БЧС и ГО, а именно:

- общие вопросы организации работы;
- организацию целевого планирования;
- создание и обеспечение соответствующих органов управления, сил и средств;
- организацию связи, оповещения и информации;
- создание резервов материальных и финансовых средств;
- экспертизу, надзор и контроль в области БЧС и ГО;
- социальную защиту населения, пострадавшего от ЧС;
- прогнозирование и оценку последствий ЧС;

- права и обязанности граждан РФ;
- обязанности и ответственность должностных лиц за нарушение законов в областях БЧС и ГО и другие вопросы.



Рис. 3.1 – Элементы государственной политики в области защиты населения и территории от ЧС

2. Постоянное совершенствование системы соответствующих государственных и общественных структур, предназначенных для реализации мероприятий по БЧС и ГО. В настоящее время создана и функционирует единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) и система ГО, Эти системы интегрированы с органами государственного и хозяйственного управления на всех уровнях государственной власти. В них активное участие принимают общественные объединения и организации.

3. Развитие методологии оценки рисков, связанных с природными и техногенными опасностями и её применение при прогнозировании и оценке возможной обстановки в случае появления потенциальных угроз. Подобная работа ведётся по этапам:

- выявление и оценка возможных источников ЧС;
- оценки вероятности (частоты) возникновения ЧС;
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников ЧС на население и территории.

Результаты оценки служат основой для создания необходимых сил и средств, планирования действий при ЧС и принятия решений на проведение соответствующих мероприятий по предупреждению ЧС и ликвидации их последствий. Прогнозирование возможных ЧС опирается на мониторинг окружающей среды. Мониторинг окружающей среды в России ведётся: «Сетью наблюдения и лабораторного контроля» (СНЛК РФ) – в него входит около 7 тыс. различных учреждений, ведущих радиационный, химический, биологический и иные виды контроля; силами и средствами Минздравсоцразвития, Минсельхоза России (3578 различных учреждений и пунктов защиты животных, растений), Росгидромета (Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды), ФССН – система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений (в неё входят центры Геодезической службы РАН, сейсмической службы Минобороны России, сейсмические станции на потенциально опасных объектах Росатома, Минпромэнерго, Спецстроя России – около 180 сейсмических станций и 9 центров сбора информации), а также силами и средствами Министерства природных ресурсов (МПР России). Все силы и средства входят в единую систему мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера (положение о данной системе разработано в соответствии с распоряжением Президента РФ от 23.03.2000г. №86–рп). Руководящий орган системы – Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера МЧС России.

4. Подготовка и реализация мер, направленных на предупреждение ЧС или уменьшение их масштабов. Деятельность по предупреждению ЧС имеет приоритет по сравнению с другими видами работ по противодействию этим ситуациям. Намечен и реализуется сложный комплекс мер по предупреждению ЧС, который включает организационные, экономические, инженерно-технические и специальные мероприятия. Содержанием подобных работ являются:

- анализ и оценка рисков;
- мониторинг и прогнозирование ЧС;
- меры по предупреждению ЧС и уменьшению их масштабов (особо тех, которым может воспрепятствовать человеческая деятельность – например, спуск лавин, ликвидация заторов на реках, вакцинация населения, безаварийные технологии и другие меры);
- государственная экспертиза;
- государственный надзор;

- лицензирование производственной деятельности (особо опасных производств);
- разработка декларации безопасности промышленного объекта;
- обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта.

5. Обеспечение защиты населения, его жизни и здоровья. Осуществление комплекса мероприятий, направленных на это, является деятельностью органов власти. Подготовка населения, руководителей всех уровней, персонала предприятий, органов управления к действиям в ЧС, проведению АСДНР, а также при ликвидации ЧС. Федеральными законами, Постановлениями Правительства РФ определены обязанности, содержание, формы и методы подготовки всех граждан России в области БЧС и ГО. Обучению в этой области подлежит всё население России. Методическое руководство, координация и контроль за подготовкой населения возложены на МЧС России.

6. Международное сотрудничество по линии БЧС и ГО. Россия входит во все международные организации по БЧС и ГО и выполняет все международные договоры по БЖД (оказывает гуманитарную помощь, помогает ведению АСДНР в ЧС, обучению специалистов по БЖД и по другим вопросам). Большая роль в реализации государственной политики в областях БЧС и ГО отводится созданной РСЧС.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию чрезвычайная ситуация (ЧС)?
2. По каким признакам можно классифицировать ЧС?
3. Что такое источник ЧС?
4. Классификация ЧС по характеру источника?
5. Приведите примеры источников природных ЧС?
6. Приведите примеры источников техногенных ЧС?
7. Что такое «поражающий фактор ЧС».
8. Классификация ЧС по масштабам охвата территории?
9. Критерии оценки региональной ЧС?
10. Критерии оценки локальной ЧС?
11. Что такое авария?
12. По каким направлениям ведется развитие методологии оценки рисков?
13. Что входит в международное сотрудничество по линии безопасности в ЧС и ГО?

4. ЕДИНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

4.1 РСЧС. Понятие. Состав. Задачи КЧСиПБ

Система была создана в 1992 г. (называлась «Российская система предупреждения и действий в ЧС»). В 1995 г. переименована в названную в заголовке систему (Постановление Правительства РФ от 5.11.95 г. № 1113) в соответствии с законом «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 21.12.94 г. № 68–ФЗ. Более точное название системы было бы как РСЧС и ГО, т.к. по сути она является таковой, решая все вопросы ЧС и ГО (подобно полному названию МЧС России).

1. РСЧС должна выполнить три основные функции:

- предупредить возникновение ЧС;
- уменьшить потери и ущерб от ЧС;
- ликвидировать последствия ЧС.

Она объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления и организаций, которые специально уполномочены на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и ГО.

2. РСЧС (далее – единая система) состоит из функциональных и территориальных подсистем. Функциональные подсистемы создаются федеральными органами исполнительной власти (т.е. подсистемы министерств и ведомств).

Территориальные подсистемы создаются в субъектах РФ (в пределах их территорий) и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению субъектов.

3. По организационному строению РСЧС включает пять уровней:

- федеральный;
- межрегиональный;
- региональный;
- муниципальный,
- объектовый.

4. На каждом уровне единой системы создаются:

- координационные органы;
- постоянно действующие органы управления;

- органы повседневного управления;
- силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи, системы оповещения и информационного обеспечения.

5. Координационными органами единой системы на каждом из уровней являются:

- федеральном – правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (КЧСиПБ). Подобные комиссии создаются в министерствах и ведомствах федерального уровня;

- межрегиональном – в пределах соответствующего федерального округа координацию деятельности осуществляет полномочный представитель Президента РФ в данном федеральном округе;

- региональном – Комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта РФ (КЧСиПБ);

- муниципальном и объектовом – КЧСиПБ органов местного самоуправления и объектов (организаций) соответственно.

Указанные комиссии (КЧСиПБ) возглавляются соответственно руководителями данных органов власти или их заместителями.

Компетенции таких комиссий, порядок принятия ими решений определяются в положениях о них или в решениях об их образовании.

6. Постоянно действующие органы управления системы создаются и осуществляют свою деятельность в порядке, установленном законами РФ и иными нормативно-правовыми документами. Их компетенция и полномочия определяются соответствующими положениями о них или уставами указанных органов. Структура объектового звена в системах РСЧС и ГО представлена на рисунке 4.1.

Таковыми органами в системе на каждом из уровней являются:

- федеральном – МЧС России, подразделения федеральных органов исполнительной власти для решения задач в области защиты населения и территорий от ЧС и ГО;

- межрегиональном уровне – территориальные органы МЧС России – региональные центры (РЦ) по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий СБ (далее – региональные центры);

- региональном – территориальные органы МЧС России – органы, специально уполномоченные на решение задач ГО, ЧС и

ликвидации последствий СБ по субъектам РФ (далее главные управления МЧС России по субъектам РФ – ГУ ГОЧС МЧС России);

- муниципальном – органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО при органах местного самоуправления (ОУ ГОЧС);
- объектом – структурные подразделения организаций, уполномоченные на решение задач ГОЧС.

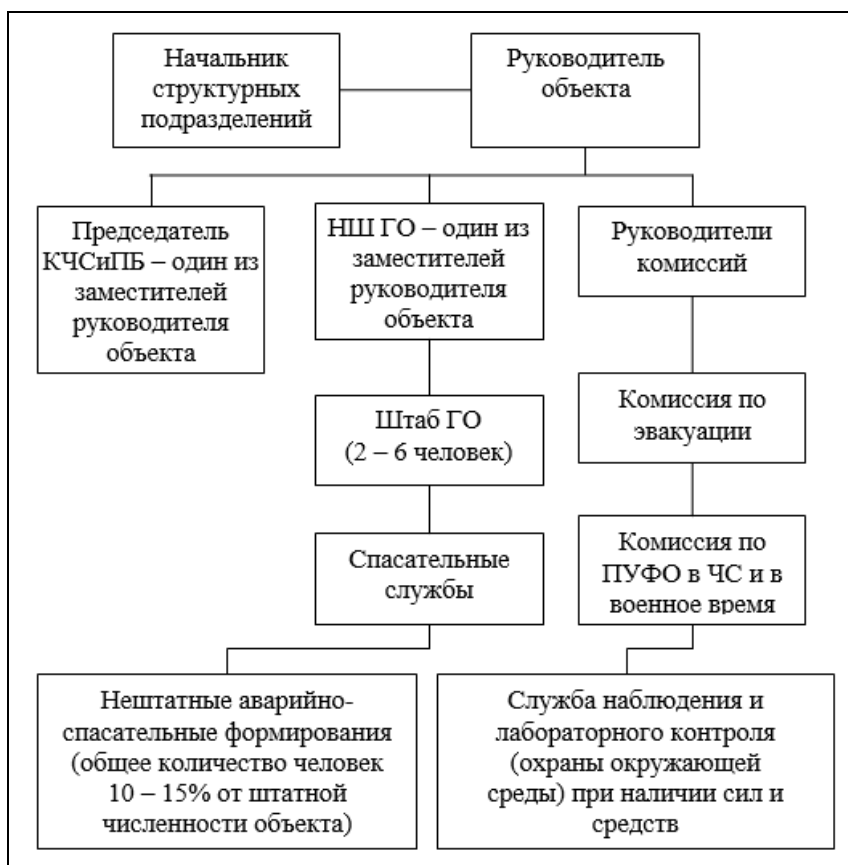


Рис. 4.1 – Структура объектового звена в системах РСЧС и ГО

7. Органами повседневного управления системы являются:

- центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), информационные центры (ИЦ), дежурно – диспетчерские службы (ДДС) федеральных органов исполнительной власти;
- ЦУКС РЦ;
- ЦУКС главных управлений МЧС РОССИИ по субъектам РФ, ИЦ органов исполнительной власти субъектов РФ;
- единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований;
- дежурно-диспетчерские службы организаций.

Размещение органов управления в зависимости от обстановки может быть на стационарных или подвижных пунктах управления (ПУ). ПУ оборудуются и оснащаются всеми механическими средствами управления, оповещения, отображения информации, жизнеобеспечения и другими средствами.

8. К силам и средствам единой системы относятся специально подготовленные силы и средства всех органов исполнительной власти на любом уровне, а также силы ГО, министерств и ведомств, общественных объединений, предназначенные (выделяемые) для предупреждения и ликвидации ЧС.

Основу таких сил и средств составляют аварийно-спасательные формирования.

9. Для ликвидации ЧС создаются и используются:

- резервный фонд Правительства РФ;
- запасы материальных ценностей для обеспечения неотложных работ;
- резервы финансовых и материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти, а также субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций.

10. Проведение всех мероприятий в единой системе по предупреждению и ликвидации ЧС осуществляется по соответствующим планам, которые должны быть на каждом уровне системы.

11. Работа единой системы (РЧС) может осуществляться в режимах:

- повседневной деятельности;
- режиме повышенной готовности;
- режиме ЧС (при возникновении ЧС и ее ликвидации).

12. Руководство силами и средствами при ликвидации ЧС, организацию их взаимодействия осуществляют руководители работ. Последние назначаются органами государственной власти, органами местного самоуправления и руководителями организаций.

В случаях крайней необходимости руководители работ вправе самостоятельно принимать решения по вопросам (о чем они информируют вышестоящие властные органы):

- проведения эвакуационных мероприятий;
- остановки работы организаций, находящихся в зоне ЧС;
- проведения аварийно-спасательных работ на объектах и территориях организаций, находящихся в зоне ЧС;
- ограничения доступа людей в зону ЧС;

– разбронирование резервов материальных ресурсов организаций, находящихся в зоне ЧС (за исключением государственного материального резерва) и другие необходимые вопросы.

Решения руководителей работ по ликвидации ЧС являются обязательными для всех граждан и организаций, находящихся в зоне ЧС.

13. Порядок организации и осуществления работ по профилактике пожаров и их тушению, а также проведения аварийно-спасательных работ, возложенных на пожарную охрану, определяется законодательными и иными нормативно-правовыми актами в области пожарной безопасности, в том числе техническими регламентами.

Основные задачи комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (КЧСиПБ):

– разработка предложений по реализации государственной политики в данной области;

– координация деятельности органов управления и сил единой системы;

– обеспечение согласованности действий всех органов исполнительной власти на всех уровнях системы в области предупреждения и ликвидации ЧС и обеспечения пожарной безопасности, а также восстановления и строительства жилых домов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, социальной сферы и других объектов, поврежденных и разрушенных в результате ЧС;

– рассмотрение вопросов о привлечении сил и средств ГО к организации и проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС в порядке, установленном законом.

Иные задачи могут быть возложены на соответствующие комиссии решениями Правительства РФ и другими государственными органами, органами исполнительной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления и организаций.

Положение о гражданской обороне (утверждено Правительством РФ ст. 26.11.2007 № 804).

1. Подготовка к ведению ГО заключается в заблаговременном выполнении мероприятий по подготовке к защите населения, материальных и культурных ценностей на территории РФ от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие ЧС природного и техногенного характера.

2. Ведение ГО заключается в выполнении мероприятий (по п.1).

3. Федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и организации в целях решения задач в области ГО в соответствии с установленными полномочиями создают и содержат силы, средства, объекты ГО, запасы материально -технических, продовольственных, медицинских и иных средств, планируют и осуществляют мероприятия по ГО.

4. Порядок подготовки к ведению и ведения ГО определяются положениями на всех уровнях исполнительной власти и в организациях. Подобные Положения утверждаются соответствующими руководителями на всех уровнях.

5. Ведение ГО осуществляется на основе «Плана ГО и защиты населения». Также планы разрабатываются органами управления по делам ГО и ЧС на всех уровнях РСЧС. Подобные планы определяют объем, организацию, порядок, способы и сроки выполнения мероприятий по приведению ГО в установленные степени готовности при переводе ее с мирного на военное время, в ходе ее ведения, а также при возникновении ЧС.

6. Основными мероприятиями, проводимыми по линии ГО, являются:

- сбор информации о результатах наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды, об обстановке на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях;

- планирование и осуществление обучения населения в области ГО и ЧС;

- организация всестороннего оповещения населения об опасностях мирного и военного времени;

- организация эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

- обеспечение населения средствами коллективной и индивидуальной защиты;

- обеспечение световой и других видов маскировки объектов;

- организация и ведение аварийно-спасательных работ в случаях возникновения опасностей при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также возникших других ЧС;

- планирование и организация всестороннего жизнеобеспечения пострадавшего населения от любых ЧС, в том числе медицинское обслуживание, оказание первой мед. помощи, предоставление жилья и другие необходимые срочные меры;

- борьба с пожарами, возникшими при ведении военных действий или вследствие их;
- обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному загрязнению (заражению);
- организация и проведение обеззараживания зданий, сооружений, техники и санитарной обработки людей;
- восстановление и поддержание должного порядка в пострадавших районах;
- восстановление функционирования коммунальных служб в пострадавших районах;
- осуществление мер, направленных на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения;
- срочное захоронение трупов.

4.2 Автоматизированная информационно-управляющая система единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Для информационного обеспечения управления в РСЧС создана автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС РСЧС). Ее основными функциями являются:

- сбор от абонентов (пользователей) системы и обработка оперативной информации о состоянии потенциально опасных объектов экономики и инфраструктуры, природной среды, сил и средств РСЧС, о наличии и состоянии запасов и резервов;
- подготовка рекомендаций и вариантов решений по прогнозу чрезвычайных ситуаций и действиям при их ликвидации;
- сопряжение с информационными системами других федеральных органов исполнительной власти, входящих в РСЧС;
- передача необходимой информации органам управления РСЧС всех уровней и обмен информацией между различными подсистемами и звеньями РСЧС.

АИУС РСЧС построена как территориально распределенная система расположенных по всей стране региональных, республиканских, краевых, областных информационно-управляющих центров, городских и районных абонентских пунктов, объединенных государственными и ведомственными каналами связи и передачи данных. Такая структура обеспечивает возможность управления

действиями в чрезвычайных ситуациях на уровне республик, краев, областей, городов и районов Российской Федерации, не исключая возможности рационального сочетания централизованного и децентрализованного управления.

Функционально АИУС РСЧС состоит из основной, резервной и дублирующей подсистем, в состав которых включены:

- функционально-ориентированные комплексы средств автоматизации (КСА), размещаемые на стационарных пунктах управления;
- мобильные КСА (МКСА) подвижных пунктов управления (ППУ) и других объектов;
- абонентские комплекты пользователей (АКП);
- КСА взаимодействия с внешними (по отношению к МЧС России) структурами (КСАВ);
- сеть связи и передачи данных (ССПД), обеспечивающая телефонную, телеграфную, факсимильную, селекторную связь, передачу сигналов оповещения, обмен данными (формализованными и неформализованными сообщениями, доступ к удаленным файловым или WEB - серверам и базам данных).

При переходе на цифровые каналы ССПД федерального, регионального и территориального уровней РСЧС будет обеспечиваться передача видеoinформации.

На основе перечисленной номенклатуры средств автоматизации обеспечивается создание объектовых комплексов (ОК) АИУС РСЧС различного назначения и необходимой конфигурации.

Создание АИУС РСЧС на федеральном и региональном уровнях финансируется из средств федерального бюджета, а на территориальном и местном уровнях – из бюджетов субъектов Российской Федерации и средств муниципальных образований.

На федеральном, региональном, территориальном и местном уровнях управления РСЧС функционируют объектовые комплексы, созданные в рамках первой очереди этой системы и по целевым территориальным программам субъектов Российской Федерации.

Одними из основных объектов федерального уровня являются комплексы центрального аппарата МЧС России на различных территориях.

На региональном уровне созданы региональные информационно-управляющие центры в городах Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Хабаровск, Красноярск.

На территориальном уровне в соответствии с территориальными целевыми программами создаются информационно-управляющие центры органов управления ГОЧС в субъектах Российской Федерации, на местном уровне – абонентские пункты при органах управления ГОЧС в городах и районах.

Ведутся работы по созданию единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС) в городах Российской Федерации, сопряженных с АИУС РСЧС.

АИУС РСЧС функционирует как в мирное время (в режимах повседневной деятельности, повышенной готовности, чрезвычайной ситуации), так и в особый период (при переводе гражданской обороны с мирного на военное положение). При этом возможности комплексов средств автоматизации в зависимости от режима функционирования меняются.

В режиме повседневной деятельности объектовые комплексы средств автоматизации всех уровней АИУС РСЧС обеспечивают работу органов управления ГОЧС на подведомственной территории. Контролируется состояние объектовых комплексов и системы в целом, организуются тренировки и учения органов управления, сил и средств РСЧС, разрабатываются и совершенствуются планы действий в экстремальных условиях, перспективные планы профилактики чрезвычайных ситуаций, дальнейшего развития и совершенствования РСЧС

Решаются задачи кадрового, материально-технического и финансового обеспечения деятельности МЧС России и подчиненных ему органов. При этом учитываются данные, выдаваемые системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, осуществляющей повседневный контроль состояния природной среды и потенциально опасных объектов, в том числе и авиационно-космический контроль.

В этом режиме осуществляется первичный ввод нормативно-справочной информации, развитие программно-технических средств АИУС РСЧС.

В режиме повышенной готовности комплексы средств автоматизации обеспечивают деятельность МЧС России, региональных центров ГОЧС и органов управления ГОЧС по приведению в готовность к возможным действиям органов управления и сил РСЧС, принятию оперативных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций, снижению возможного ущерба. Уточняются причины, вызвавшие ухудшение обстановки, осуществляется прогноз возник-

новения чрезвычайных ситуаций и их развития. Усиливается контроль над состоянием природной среды и потенциально опасными объектами. Для обоснования мер по ликвидации угрозы чрезвычайных ситуаций осуществляются расчеты по привлечению сил и средств, приведению их в высшие степени готовности. При необходимости доводятся команды (распоряжения) на выдвижение части сил в район предполагаемого бедствия и осуществляется контроль их действий, проводится оповещение населения. Усиливаются дежурные службы эксплуатационного персонала АИУС РСЧС. Программно-технические средства приводятся в рабочее состояние для решения соответствующих задач, в том числе подготавливаются к выводу в ожидаемый район бедствия мобильные средства.

В режиме чрезвычайной ситуации комплексы средств автоматизации обеспечивают управленческую деятельность МЧС России, региональных центров ГОЧС и органов управления ГОЧС по ликвидации возникшей чрезвычайной ситуации. Собираются данные об авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и сложившейся обстановке, оповещаются соответствующие органы управления и силы РСЧС. АИУС РСЧС обеспечивает решение задач по управлению выдвижением сил и средств в зону бедствия, мероприятиями по защите населения, материальных и культурных ценностей, проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ. Эксплуатационный персонал объектов комплексов средств автоматизации переходит на круглосуточный режим работы. В случае необходимости мобильные средства АИУС РСЧС выдвигаются в район бедствия для непосредственного обеспечения работы оперативных групп.

Для современного этапа развития РСЧС характерна смена приоритетов в направлении от задач экстренного реагирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций к задачам предупреждения, снижения рисков и уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций. Эти приоритеты нашли своё отражение в федеральной целевой программе «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2025 года».

В рамках этой ФЦП на базе автоматизации процессов управления проводятся работы по развитию программно-технических средств и специального программно-математического обеспечения АИУС РСЧС с целью:

- оперативного сбора информации для своевременного и качественного принятия управленческих решений;
- прогноза источников и возможных рисков чрезвычайных ситуаций;
- всесторонней информационной поддержки в ходе формирования и принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе на основе их прогнозирования и развития;
- оперативного доведения необходимой управляющей информации и сигналов (распоряжений) оповещения в интересах управления силами и средствами РСЧС;
- контроля исполнения утвержденных планов и принятых решений.

Основной целью дальнейшего развития АИУС является повышение эффективности функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных на всех уровнях управления.

АИУС РСЧС в особый период должна обеспечивать поддержку управления мероприятиями по переводу гражданской обороны с мирного на военное положение, а также управления мероприятиями гражданской обороны непосредственно в военное время. Объектовые комплексы для функционирования в особый период создаются на основе типовых унифицированных решений, принятых в Единой (взаимоувязанной) системе государственного и военного управления (ЕСГВУ).

Основное внимание при выполнении дальнейших работ будет уделено: коренной модернизации комплексов средств автоматизации федерального и регионального уровня управления; созданию и развитию территориальных звеньев системы; вопросам сопряжения с ведомственными информационными системами РСЧС; развитию аналитических и геоинформационной систем; использованию космической информации для оперативного картирования, оценки масштабов чрезвычайных ситуаций и мониторинга потенциально опасных объектов, а так же созданию подсистемы обеспечения безопасности информации в АИУС РСЧС.

Для этого используются следующие информационные технологии.

Телекоммуникационные технологии – совокупность технических и программных средств, обеспечивающих приём и передачу данных по различным типам каналов связи.

В настоящее время создана ведомственная сеть передачи данных на основе выделенных телефонных каналов, которая объединяет в единое телекоммуникационное пространство все региональные центры МЧС России, 40% административных центров субъектов Российской Федерации, часть городов и объектов Министерства. С остальными административными центрами установлена связь по коммутируемым телефонным каналам. Это позволяет организовать информационное взаимодействие оперативной дежурной смены Центра управления в кризисных ситуациях МЧС России (ЦУКС) в автоматическом режиме непосредственно с источниками информации.

В Москве в единую информационную сеть объединены локальные вычислительные сети, расположенные в различных зданиях МЧС России.

В стадии реализации находится проект перехода на высокоскоростные каналы в направлении «Центр-регион».

Информационные технологии на основе современных систем управления базами данных (СУБД) – комплекс программных средств, для хранения, поиска и анализа формализованной информации (информация, состоящая из жёстко заданного перечня информационных показателей).

На основе системы управления базами данных ORACLE автоматизирован сбор и обработка информации о чрезвычайных ситуациях и проводимых мероприятиях, их учёт и накопление. База данных содержит информацию обо всех чрезвычайных ситуациях, произошедших на территории России с 1990 года. Автоматизирована передача оперативной информации по чрезвычайным ситуациям из региональных центров. Создан и сдан в опытную эксплуатацию функциональный комплекс приёма-передачи форм табеля срочных донесений.

Одновременно начато создание функциональных комплексов поддержки и принятия решений по конкретным чрезвычайным ситуациям, которые включают набор задач от оперативного прогноза развития чрезвычайной ситуации до подготовки вариантов планов действий по их ликвидации (планирование сил, средств, ресурсов).

С целью решения прикладных задач (проведение расчетов, построение графиков, оформление таблиц и т.д.) разрабатываются функциональные задачи. Под функциональной задачей понимается информационная технология обработки на ЭВМ определенных

исходных данных и выдачи результатов обработки в удобном виде для дальнейшего использования. Каждая функциональная задача представляет собой совокупность соответствующего специального программного, информационного, лингвистического, математического обеспечения, а также соответствующей проектной и эксплуатационной документации.

Инtranет-технологии – технологии, которые обеспечивают хранение, поиск, как по рубрикатору, так и с использованием специальных программных средств неформализованной информации (текстов, графики, фото-, видеоматериалов).

Для доступа к электронным документам структурных подразделений МЧС России начато внедрение современных информационных технологий, обеспечивающих создание, накопление и ведение информационных ресурсов не только на федеральном уровне управления, но и на региональном, территориальном и местном – до объектов экономики включительно. Уже создан первый этап информационной системы на основе Инtranет-технологии. С помощью этой системы любой пользователь, имеющий допуск к локальной компьютерной сети Министерства, может посмотреть электронные версии различных документов: планов, сводок и документов, стоящих на контроле.

Всё это способствует началу работ по созданию государственного информационного ресурса по вопросам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Геоинформационные технологии

Информационная поддержка управления по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций связана с обработкой больших массивов пространственно-временных и предметно-ориентированных данных. Современные информационные технологии предоставляют широкие возможности представления и обработки таких данных с помощью электронных карт. Именно такой способ представления данных явился основой для создания географических информационных систем (ГИС).

Географическая информационная система обеспечивает сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Геоинформационные технологии объединяют традиционные операции работы с базами данных (например, запрос и статистический анализ) с преимуществами полноценной визуализации и географического анализа, которые предоставляет карта. Это отличает ГИС от других информацион-

ных систем и обеспечивает уникальные возможности их применения для решения задач, связанных с анализом явлений и событий окружающего мира, с выделением главных факторов и причин, с планированием стратегических решений и анализом возможных последствий предпринимаемых действий.

В качестве основы для создания геоинформационной системы используются векторные и растровые электронные карты.

Единая система классификации и кодирования информации, позволяет выбирать значения конкретных информационных показателей из заранее подготовленных и утверждённых классификаторов. В зависимости от уровня утверждения различают классификаторы общероссийские и ведомственные.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 01.11.1999 № 1212 в МЧС России в автоматизированных системах осуществлён переход на общероссийские классификаторы. В настоящее время в АИУС РСЧС функционирует 7 общероссийских и 35 ведомственных классификаторов. Проводится работа по приданию ведомственным классификаторам Министерства статуса общероссийских классификаторов.

В соответствии с техническим проектом АИУС РСЧС должна обеспечивать для должностных лиц органов управления следующие основные возможности:

- предоставление лицам, принимающим решения на различных уровнях управления (руководству МЧС России, руководящему составу региональных центров ГОЧС и др.), информации в сжатом виде (информации, которая нужна для принятия решений) и предоставление возможности получить в автоматизированном режиме любую необходимую информацию по запросу (различного вида детализации);

- объективный контроль за чрезвычайной ситуацией на территории России и за рубежом и прогноз её развития;

- эффективное информационное взаимодействие с министерствами и ведомствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, с СМИ и зарубежными странами по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- объективный контроль выполнения принятых решений;

- прогнозирование последствий управленческих решений и другие возможности, обеспечивающие поэтапный переход к безбумажной технологии в АИУС РСЧС.

В звеньях управления территориального уровня АИУС РСЧС состоит из областного (республиканского, краевого) информационно-управляющего центра (ОИУЦ) для каждого субъекта Российской Федерации. Каждый такой ОИУЦ включает:

- комплекс средств автоматизации оперативно-дежурных служб (КСА–ОДС) для подготовки вариантов решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- комплекс средств автоматизации территориального центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (КСА–ТЦМП) для подготовки вариантов решений по их предупреждению;

- комплекс средств автоматизации органа управления ГОЧС (КСА ГОЧС) для подготовки вариантов решений по развитию и поддержанию функционирования территориальной РСЧС, а также вариантов решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- комплекс средств автоматизации комиссии по чрезвычайным ситуациям (КСА СЦ);

- комплекс средств автоматизации запасного пункта управления (КСА ЗПУ);

- мобильный комплекс средств автоматизации подвижного пункта управления (МКСА ППУ);

- набор средств из состава сети связи и передачи данных (ССПД).

Указанные комплексы создаются на базе типовых решений для ОИУЦ.

В интересах обеспечения сил территориального подчинения (территориальный уровень) АИУС РСЧС имеет в своем составе комплекс средств автоматизации стационарных пунктов управления поисково-спасательных отрядов (КСА ПСО).

На местном уровне АИУС РСЧС имеет в своем составе муниципальные (городские, районные) информационно-управляющие центры (МИУЦ), а также стационарные и мобильные комплексы средств автоматизации муниципальной поисково-спасательной службы. Каждый МИУЦ включает КСА ОДС (ЕДДС), КСА ГОЧС, КСА СЦ, КСА ЗПУ, МКСА ПСС и набор средств из состава ССПД.

На любом уровне АИУС РСЧС включает абонентские комплекты пользователей (АКП) для информатизации деятельности пользователей, удаленных от соответствующих объектов ГОЧС.

Поддержка реализации основных функций АИУС РСЧС на всех уровнях управления обеспечивается за счет решения в системе

соответствующих функциональных задач и функциональных комплексов задач:

- комплекса обеспечения повседневной деятельности;
- комплекса развития РСЧС и ее подсистем;
- комплекса предупреждения чрезвычайной ситуации;
- комплекса ликвидации чрезвычайной ситуации;
- комплекса мероприятий гражданской обороны и другие.

Информационное обеспечение АИУС РСЧС в виде совокупности документов и машинных структурированных наборов данных предназначено для повышения эффективности управленческой деятельности всех органов управления РСЧС на основе обеспечения их полной, достоверной информацией по проблемам чрезвычайных ситуаций, состоянию и функционированию звеньев и объектов РСЧС для трех режимов функционирования системы.

Информационное обеспечение АИУС РСЧС разрабатывается с учетом руководящих документов, а также сводного перечня информационных показателей системы, унифицированной системы документов (входные и выходные формы) и единой системы классификации и кодирования (ЕСКК) информации.

Компоненты информационного обеспечения должны отображать предметную область АИУС РСЧС, в том числе:

- территориальные образования (включая проживающее там население);
- объекты экономики (в первую очередь потенциально опасные объекты);
- окружающую среду (атмосферу, акватории, земную поверхность, недра);
- органы и системы управления;
- мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- силы и средства предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- материально-технические, продовольственные, медицинские и другие ресурсы;
- статистику чрезвычайных ситуаций.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы становления и развития системы защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях в нашей стране.
2. Функции, выполняемые РСЧС?
3. Состав РСЧС?
4. Перечислите основные задачи РСЧС.
5. Перечислите основные задачи ГО.
6. Что является органами повседневного управления РСЧС?
7. Режимы работы РСЧС?
8. Назначение автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС РСЧС)?
9. Состав АИУС РСЧС?
10. Расшифруйте КСА-ТЦМП?
11. Количество общероссийских классификаторов АИУС РСЧС?
12. Количество ведомственных классификаторов АИУС РСЧС?

5. ПОЖАРЫ. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ПОЖАРОВ НА ЛЮДЕЙ И РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ

5.1 Методы оценки негативного воздействия на окружающую среду

Независимо от источника возникновения ЧС, все они имеют практически одни и те же факторы негативного воздействия на человека и среду его обитания. Это барическое воздействие ударной волны при взрыве взрывчатых веществ, газо-воздушных смесей, технологических установок и т.п.; термическое воздействие при пожарах зданий и сооружений, пожаров разлива, лесных пожарах и т.п.; токсическое воздействие химического оружия, выбросов опасных химических веществ (ОХВ), шлейфа пожара и т.п.; радиоактивное воздействие при ядерном взрыве или радиационной аварии; механическое воздействие при поражении осколками, современным оружием, при обрушении зданий и сооружений и т.д.

Установлены некоторые фиксированные значения негативных факторов, при которых имеет место та или иная степень поражения человека, зданий и сооружений, ОПС. Например, при избыточном давлении на фронте ударной волны равном $\Delta P_{\phi} = 70$ кПа имеет место контузия человека, полное разрушение зданий, средняя степень разрушения линий электропередач, сильная степень разрушения наземных резервуаров и т.д. При концентрации токсиканта LC_{50} будет иметь место летальное поражение 50% всех подвергшихся токсическому поражению людей. В случае термического воздействия пожара разлива или при образовании огненного шара при плотности теплового потока 37 кВт/м^2 произойдет разрушение расположенных рядом емкостей и при длительности экспозиции 30 сек. получат смертельное поражение 90% подвергшихся облучению людей. Такой подход к определению поражающего действия негативных факторов (эффекта поражения) можно назвать детерминированным.

Одна и та же мера воздействия (количество поглощенного токсиканта, доза радиации, количество теплоты, избыточное давление ударной волны и т.п.) может вызвать последствия разной тяжести у различных людей, т.е. эффект поражения носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения (эффект поражения) $P_{\text{пор}}$ (измеряется в долях единицы или в процентах) выражается, как правило, функцией Гаусса (функцией ошибок), записываемой в виде

$$P_{\text{пор}} = f(\text{Pr}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr}} \exp(-t^2 / 2) dt. \quad (5.1)$$

Верхним пределом интеграла является так называемая пробит-функция Pr, отражающая связь между вероятностью поражения $P_{\text{пор}}$ и дозой негативного воздействия D:

$$\text{Pr} = a + b \ln D. \quad (5.2)$$

Здесь a и b – константы для каждого вещества или процесса, характеризующие специфику и меру опасности его воздействия.

Для удобства расчетов интеграл (5.1) представляют в табличной форме.

Такой подход к определению поражающего действия негативных факторов (эффекта поражения) носит название вероятностного.

5.2 Виды негативного воздействия на окружающую среду

Термическое воздействие на человека связано с прогревом и последующими биохимическими изменениями верхних слоев кожи. Человек ощущает сильную (едва переносимую) боль, когда температура верхнего слоя кожного покрова ($\sim 0,1$ мм) повышается до 45°C . Время достижения «порога боли» τ , с связано с плотностью теплового потока q , кВт/м² соотношением

$$\tau = (35/q)^{1,33} \quad (5.3)$$

При плотности теплового потока менее 1,7 кВт/м² боль не ощущается даже длительном тепловом воздействии. Степень термического воздействия зависит от величины теплового потока и длительности теплового излучения. При относительно слабом термическом воздействии будет повреждаться только верхний слой кожи (эпидермис) на глубину ~ 1 мм (ожог I степени – покраснение кожи). Увеличение плотности теплового потока или длительности излучения приводит к воздействию на нижний слой кожи – дерму (ожог II степени – появление волдырей) и подкожный слой (ожог III степени).

Здоровые взрослые люди и подростки выживают, если ожоги II и III степени охватывают менее 20% поверхности тела. Выживаемость пострадавших даже при интенсивной медицинской помощи резко снижается, если ожоги II и III степени составляет 50% и более от поверхности тела.

Термическое воздействие на легковоспламеняющиеся материалы (например, от пожара, ядерного взрыва и т.п.) может вызвать дальнейшее разрастание аварии и переход ее в стадию каскадного развития. Согласно имеющейся статистике, распространение и раз-

витие пожаров в производственных помещениях происходит в основном по материалам, сырью и технологическому оборудованию (42%), а также по сгораемым строительным конструкциям (36%). Среди последних наибольшее распространение имеют древесина и пластики.

Для каждого материала существует критическое значение плотности теплового потока $q_{кр}$, при котором воспламенение не происходит даже при длительном тепловом воздействии. При увеличении величины теплового потока время до начала воспламенения материала уменьшается. В общем случае зависимость времени воспламенения от величины плотности теплового потока имеет вид

$$\tau = A / (q - q_{кр})^n, \quad (5.4)$$

где A и n – константы для конкретного вещества (например, для древесины $A = 4360$, $n = 1,61$).

При времени теплового воздействия 30 сек при плотности теплового потока 12 кВт/м^2 имеет место воспламенение деревянных конструкций; $10,5 \text{ кВт/м}^2$ – обгорание краски на окрашенных металлических конструкциях, обугливание деревянных конструкций; $8,4 \text{ кВт/м}^2$ – вспучивание краски на металлических конструкциях, разложение деревянных конструкций; $4,0 \text{ кВт/м}^2$ – безопасные для объектов расстояния.

Особенно опасен нагрев резервуаров (емкостей) с нефтепродуктами, который может привести к взрыву сосуда. В зависимости от времени облучения величина критической плотности теплового потока значительно меняется (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Зависимость критической плотности теплового потока резервуаров нефтепродуктов с температурой воспламенения $\leq 235 \text{ }^\circ\text{C}$ от времени воздействия

Время действия, мин	5	10	15	20	29	>30
$q_{кр}$, кВт/м ²	34,9	27.6	24.8	21,4	19,9	19,5

Опасность термического воздействия на строительные конструкции связана со значительным снижением их строительной прочности при превышении определенной температуры.

Степень устойчивости сооружения к тепловому воздействию зависит от предела огнестойкости конструкции, характеризуемого временем, по истечении которого происходит потеря несущей способности. Прочность материалов может быть охарактеризована так называемой критической температурой прогрева, которая для стальных балок, ферм и прогонов находится в пределах $470\text{--}500 \text{ }^\circ\text{C}$, для ме-

таллических сварных и жестко заземленных конструкций – 300–350 °С.

При проектировании зданий и сооружений используют железобетонные конструкции, предел огнестойкости которых значительно выше, чем у металлических. Так, предел огнестойкости железобетонных колонн сечением 20x20 см – 2 ч, сечением 30x50 см – 3,5 ч.

Потеря несущей способности изгибаемых, свободно опертых элементов плит, балок и т.п. наступает вследствие прогрева растянутой арматуры до критической температуры 470–500°С. Предел огнестойкости предварительно напряженного железобетона такой же, как и у конструкций с ненапряженной арматурой. Особенность напряженных конструкций – образование необратимых деформаций при их прогреве уже до 250°С, после чего их нормальная эксплуатация невозможна.

В таблице 5.2 представлены значения критической температуры прогрева для некоторых строительных материалов.

Таблица 5.2

Критическая температура прогрева некоторых материалов

Материал	Критическая температура прогрева, °С
Полимерные материалы	150
Стекло	200
Алюминий	250
Сталь	500

5.2.1 Барическое воздействие на человека, здания и сооружения

При взрыве взрывчатого вещества, атомной бомбы, технологической установки, резервуара, паро-газо-воздушного облака и т.п. образуется ударная волна, характеризующаяся избыточным давлением ΔP_{ϕ} , кПа и импульсом фазы сжатия I_+ , кПа* с, оказывающее негативное воздействие на человека, здания, сооружения и т.п. Общая характеристика воздействия взрыва на человека дана в таблице 5.3.

При оценке барического воздействия на здания и сооружения принимают четыре степени разрушений:

- слабые разрушения – повреждение или разрушение крыш, оконных и дверных проемов. Ущерб – 10–15% от стоимости здания;
- средние разрушения – разрушения крыш, окон, перегородок, чердачных перекрытий, верхних этажей. Ущерб – 30–40%;
- сильные разрушения – разрушение несущих конструкций и перекрытий. Ущерб – 50%. Ремонт нецелесообразен;
- полное разрушение – обрушение зданий, сооружений.

Таблица 5.3

Действие избыточного давления ударной волны на человека

ΔP_{ϕ} , кПа	Результаты воздействия
>10	Для человека безопасно
20...40	Легкое поражение (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия)
40...60	Среднее поражение (контузия головного мозга, повреждение органов слуха, разрыв барабанных перепонок, кровотечение из носа и ушей)
60...100	Сильное поражение (сильная контузия всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)
100	Порог смертельного поражения
250...300	Летальный исход в 50% случаев
>300	Безусловное смертельное поражение

Зависимость степени разрушений от величины избыточного давления на фронте ударной волны представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Степень разрушения объектов в зависимости от избыточного давления ΔP_{ϕ} , кПа

Объект	Давление ΔP , кПа, соответствующее степени разрушения			
	Полное	Сильное	Среднее	Слабое
ЗДАНИЯ				
Жилые				
кирпичные многоэтажные	30...40	20...30	10...20	8...10
кирпичные малоэтажные	35...45	25...35	15...25	8...15
деревянные	20...30	12...20	8...12	6...8
Промышленные				
с тяжелым метал. или ж/б каркасом	60...100	50...60	40...50	20...40
с легким метал. каркасом или бескаркасные	60...80	40...50	30...50	20...30
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ				
ТЭС				
котельные	25...40	20...25	15...220	10...15
трубопроводы наземные	35...45	25...35	15...25	10...15
трубопроводы на эстакаде	20	50	130	-
трансформаторные подстанции	20...30	30...40	40...50	-
ЛЭП	100	40...60	20...40	10...20
водонапорные башни	120...200	80...120	50...70	20...40
	70	40...60	20...40	10...20

Продолжение таблицы 5.4

Объект	Давление ΔP , кПа, соответствующее степени разрушения			
	Полное	Сильное	Среднее	Слабое
РЕЗЕРВУАРЫ				
стальные наземные	90	80	55	35
газгольдеры и емкости ГСМ и хим. веществ	40	35	25	20
частично заглубленные для нефтепродуктов	100	75	40	20
подземные	200	150	75	40
ТРАНСПОРТ				
металлические и ж/б мосты	250...300	200...300	150...200	100...150
ж/д пути	400	250	175	125
тепловозы с массой до 50 т	90	70	50	40
цистерны	80	70	50	30
вагоны цельнометаллические	150	90	60	30
вагоны товарные деревянные	40	35	30	15
автомшины грузовые	70	50	35	10

5.2.2 Токсическое воздействие на человека и окружающую среду

Перечень производимых промышленностью и используемых в стране химических веществ насчитывает более 70 тысяч наименований. Большинство из них представляет определенную опасность для здоровья людей и экологии, однако к опасным химическим веществам (ОХВ), согласно ГОСТ Р 22.05-94, относят только те вещества, прямое или опосредованное воздействие которых на человека может вызвать острые или хронические заболевания людей, или их гибель.

По характеру воздействия на организм человека ОХВ подразделяются на 3 группы:

- ингаляционного действия (ОХВ ИД) – действующие через органы дыхания;
- перорального действия (ОХВ ПД) – действующие через желудочно-кишечный тракт;
- кожно-резорбтивного действия (ОХВ КРД) – действующие через кожные покровы.

Основными характеристиками токсических свойств веществ являются предельно-допустимая концентрация ПДК, мг/м³ и смертельная концентрация вещества в данной среде (воздухе, воде, продуктах), а также токсидоза (пороговая, поражающая, смертельная).

Наиболее часто используют величины LC₅₀ – среднюю смертельную концентрацию, вызывающую летальный исход у 50% пораженных, мг/л и LD₅₀ – среднюю смертельную токсодозу, вызывающую ле-

тальный исход у 50% пораженных при времени экспозиции для незащищенного населения 30 мин, (мг. мин) /л.

Согласно ГОСТ 12.1.07-76 по опасности воздействия на организм человека все вещества подразделяются на четыре класса (таблица 5.5).

Таблица 5.5

Классификация веществ по классам опасности

Показатели	Норма для класса токсической опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны (ПДК _{р.з.}), мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10	Более 10
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Средняя смертельная доза при попадании в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-500	Более 500
Средняя смертельная доза при попадании на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500

Примечание: отнесение вещества к классу токсической опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Введение такой классификации обусловлено тем, что в ряде случаев высокотоксичные соединения оказываются, вследствие особенностей их физико-химических свойств, относительно малоопасными и, наоборот, становятся высоко-опасными (например, аммиак).

Вещества I и II классов способны образовывать опасные для жизни и здоровья людей концентрации даже при небольших утечках. Степень опасности химического вещества при авариях на ХОО в значительной мере зависит от его количества на аварийном объекте.

5.2.3 Острое токсическое воздействие на человека

В наиболее общем случае эффект поражения $P_{пор}$ представляют в виде формулы (5.1). В случае пребывания человека в атмосфере с постоянной концентрацией токсиканта (ОХВ) значение пробит-функции можно определить по соотношению

$$Pr = a + b \ln (c^n \tau), \quad (5.5)$$

где c – концентрация токсиканта, ppm; τ – время экспозиции, мин.

Концентрация токсиканта c [ppm] (part per million by volume) связана с концентрацией c [мг/л] следующим соотношением

$$c \text{ [ppm]} = 10^{-3} c \text{ [ppm]} (273,15 + t)/(12,187 M),$$

где t – температура смеси, °C; M – молекулярная масса токсиканта.

Полезным также является соотношение 1% об. = 10000 ppm.

Константы a, b и n в формуле (5.5) для летального поражения некоторыми химическими веществами, рекомендованные Центром изучения безопасности химических процессов Американского института инженеров-химиков, представлены в таблице 5.6.

Приведенные в таблице 5.6 значения коэффициентов являются усредненными, поскольку результаты токсикологического воздействия существенно зависят от текущего состояния человека, его возраста, физических данных и т.п. Например, при оценке масштабов поражения хлором приведенные в таблице 5.6 коэффициенты справедливы для взрослых и подростков, а для детей и стариков пробит-функция имеет вид

$$Pr = - 6,61 + 0,92 \ln(c^2 \tau) \quad (5.6)$$

Таблица 5.6

Значения коэффициентов a, b и n для формулы (5.5)

Вещество	a	b	n
Акролеин	-9,931	2,049	1
Акрилонитрил	-29,42	3,008	1,43
Аммиак	-35,90	1,85	2
Бензол	-109,78	5,3	2
Бром	-9,04	0,92	2
Угарный газ	-37,98	3,7	1
Четыреххлористый углерод	-6,29	0,408	2,5
Хлор	-8,29	0,92	2
Формальдегид	-12,24	1,3	2
Соляная кислота	-16,85	2,0	2
Цианистоводородная кислота	-29,42	3,008	1,43
Фтористоводородная кислота	-35,87	3,354	1
Сероводород	-31,42	3,008	1,43
Бромистый метил	-56,81	5,27	1
Метилизоцианат	-5,642	1,637	0,653
Двуокись азота	-13,79	1,4	2
Фосген	-19,27	3,686	1
Окись пропилена	-7,415	0,509	2
Двуокись серы	-15,67	2,1	1
Толуол	-6,794	0,408	2,5

Проблема длительного токсического воздействия малых концентраций токсикантов на человека является одной из самых сложных, поскольку теория практически отсутствует, а эксперимент типа «эф-

фект-доза» крайне сложен из-за параллельного действия многих токсикантов. Обычно для определения последствий длительного воздействия малых доз используют линейные модели типа

$$P_{\text{пор}}(D, \tau) = k_c * c, \quad (5.7)$$

где c – средняя концентрация токсиканта за годовой период, ($\text{мг}/\text{м}^3$) в год, k_c – коэффициент дозовой зависимости для определенного вида ущерба (онкологические заболевания, заболевания сердечно-сосудистой системы и т.п.) за период всей жизни человека в данном районе (обычно находится по статистическим медицинским данным). В качестве примера в таблице 5.7 приведены значения коэффициента дозовой зависимости k_c для онкологических заболеваний (коэффициент относительной канцерогенной активности)

Таблица 5.7

Значения коэффициента k_c для онкологических заболеваний

Классы веществ	Коэффициент k_c
Полициклические ароматические углеводороды	$1,4 * 10^{-3}$
Нитриды	$1,3 * 10^{-4}$
Никель	$2,8 * 10^{-5}$
Мышьяк	$6,8 * 10^{-6}$

При совместном действии многих токсикантов используют метод сложения (аддитивности) эффектов, что относительно справедливо только при однонаправленном действии ОХВ.

При токсическом воздействии на окружающую природную среду различают два типа воздействия на экосистемы:

- прямое, при котором меняются ассимиляционные функции растений, физико-химические свойства почв и т.п.;
- косвенное, при котором «запускается» механизм долгосрочных изменений экосистем под действием уже измененного состояния одного или нескольких компонентов.

Наиболее вероятный и наиболее масштабный путь поступления токсикантов в ОПС – это аварийные выбросы в атмосферу, в которых наиболее заметную роль играют оксиды серы и азота.

Среднегодовыми концентрациями этих соединений в приземном слое атмосферы, не приводящими к видимым изменениям растительного покрова, можно считать для NO_x – (3...5) $\text{мкг}/\text{м}^3$, для SO_2 – (15...20) $\text{мкг}/\text{м}^3$. Повышенное содержание этих оксидов в атмосфере приводит к появлению кислотных дождей, которые не только губительно действуют на растительность, но и меняют плодородные свойства почвы.

Попадание в почву «сухим» и «мокрым» способом оксидов серы и азота меняет кислотность почвы. При $pH < (4...5)$ резко увеличивается скорость перехода в водорастворимое состояние содержащихся в почве в естественном состоянии химических соединений различных металлов (в том числе и тяжелых). Через «пищевые цепочки» тяжелые металлы попадают в человека, оказывая сильное токсическое воздействие вследствие способности накапливаться в организме человека. При сильном закислении почвы повышенная токсичность растений с точки зрения содержания тяжелых металлов (Zn, Pb, Cd и др.) проявляется уже в течение первого десятилетия, после ввода в эксплуатацию промышленного объекта, использования этилированного бензина и т.п.

Повышение кислотности почвы также значительно меняет ее буферные характеристики, уменьшает содержание гумуса, снижает плодородие. Происходит изменение видового состава растительности, уменьшение разнообразия, изменение в растительности нижнего яруса лесов, переход от кустарников к разнотравью.

5.2.4 Радиационное воздействие

Среди поражающих факторов ядерного взрыва (аварии на радиационно-опасном объекте) особое место занимают проникающей излучение и радиоактивное заражение.

Проникающее излучение представляет собой поток всех видов излучения и поток нейтронов, время действия которого не превышает 10–15 минут с момента взрыва. Ионизирующая способность проникающего излучения характеризуется экспозиционной дозой излучения, измеряемой в кулонах на килограмм (Кл/кг). На практике в качестве единицы экспозиционной дозы часто применяют внесистемную единицу рентген (Р) – количество γ – излучения, при поглощении которого в 1 см^3 сухого воздуха при температуре $50 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 760 мм рт.ст. образуется $2,083 \cdot 10^9$ пар ионов с зарядом, равным заряду электрона ($1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$). Мощность экспозиционной дозы выражается в амперах на килограмм ($1 \text{ А/кг} = 3876 \text{ Р/с}$).

Степень тяжести радиационного поражения главным образом зависит от поглощенной дозы, выражаемой в греях (Гр), соответствующих энергии 1 Дж ионизирующего излучения любого вида, поглощенного облучаемым веществом массой 1 кг, на практике обычно используют рады, причем $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$.

Если организм подвергся воздействию различных видов излучения, применяют понятие эквивалентной дозы, под которой понимают

поглощенную дозу в органе или ткани, умноженную на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения, W_R :

$$H_{T,R} = W_R D_{T,R} \quad (5.8)$$

где $D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза в органе или ткани T , а W_R – взвешивающий коэффициент для излучения R .

Если поток излучения состоит из нескольких излучений с различными величинами W_R , то эквивалентная доза определяется в виде:

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R} \quad (5.9)$$

Единицей измерения эквивалентной дозы является Дж/кг, имеющий специальное наименование зиверт (Зв) (внесистемная единица – бэр).

Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Взвешивающие коэффициенты

Фотоны любых энергий	1	Нейтроны энергией менее 10 кэВ	5
Электроны и мюоны любых энергий	1	от 10 кэВ до 100 кэВ	10
Протоны, кроме протонов отдачи, с энергией более 2 МэВ	5	от 100 кэВ до 2 МэВ	20
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20	от 2 МэВ до 20 МэВ	10
		более 20 МэВ	5

Мерой риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов является эффективная доза, представляющая сумму произведений эквивалентной дозы в органе H_T на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани, W_T :

$$E = \sum_T W_T H_T, \quad (5.10)$$

где H_T – эквивалентная доза в ткани T , а W_T – взвешивающий коэффициент для ткани T :

Гонады.....	0,20
Костный мозг (красный), легкие, желудок, кишечник.....	0,12
Мочевой пузырь, грудная железа, печень, пищевод, щитовидная железа.....	0,05
Кожа, клетки костных поверхностей.....	0,01
Остальное.....	0,05

Ионизирующее излучение при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов:

– детерминированные (пороговые) эффекты – лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода;

– стохастические (безпороговые) эффекты – злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни.

Таблица 5.9

Основные дозовые пределы

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
	Персонал (группа А)*	Население**
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год, мЗв		
в хрусталике глаза	150	15
коже	500	50
кистях и стопах	500	59

При нормальных условиях эксплуатации источников ионизации основные дозовые пределы устанавливаются «Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009», выдержка из которых приведена в таблице 5.9.

Примечание:

*Персонал группы А – это лица, непосредственно работающие с источником ионизирующих излучений. Группа Б – группа лиц, которые по условиям профессиональной деятельности могут подвергаться воздействию радиоактивного излучения (дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б не должны превышать 1/4 значений для персонала группы А).

** Все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий производственной деятельности.

В повседневной жизни человек достаточно часто сталкивается с ионизирующим излучением, эффективные дозы которого приведены в таблице 5.10.

Радиоактивное заражение возникает в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из радиоактивного облака. В отличие от других поражающих факторов ядерного взрыва (аварии на РОО) радиоактивное заражение характеризуется большой площадью заражения, длительностью действия и трудностью обнаружения радиоактивных веществ, не имеющих цвета, запаха и других внешних признаков.

Таблица 5.10

Эффективные дозы облучения от различных источников

Источник	Эффективная доза
Просмотр кинофильма по TV на расстоянии 2 м	0,01 мкЗв
Ежедневный в течение года просмотр 3-х часовой программы TV	5...7 мкЗв
Флюорография	0,1...0,5 мЗв
Прием радоновой ванны	до 1 мЗв
Рентгенография грудной клетки	до 1 мЗв
Рентгеноскопия грудной клетки	2...4 мЗв
Рентгенография зубов	0,03...3 мЗв
Рентгеновская томография	5...100 мЗв
Рентгеноскопия желудка	100...250 мЗв

Форма следа радиоактивного облака зависит от направления и скорости ветра, рельефа местности и т.д. В следе радиоактивного облака поражающим действием обладают гамма-излучение, вызывающее общее внешнее облучение; β – частицы, вызывающие при внешнем воздействии радиационное поражение кожи, а при внутреннем – поражение внутренних органов; α – частицы, представляющие опасность при попадании внутрь организма.

Дозы γ -излучения, вызывающие заболевания при радиационном заражении такие же, как и при проникающей радиации.

При внешнем воздействии β -частиц у людей наиболее часто отмечается поражение кожи на руках, в области шеи, на голове. Внутреннее поражение людей и животных может произойти при попадании внутрь организма главным образом с пищей и кормом. Радиоактивные вещества концентрируются в щитовидной железе (в 1000–10000 раз больше, чем в других органах), печени (в 10–100 раз больше), что приводит к их сильному облучению, приводящему либо к разрушению ткани, либо к развитию опухолей (щитовидная железа), либо к нарушению функций (печень и др.).

Радиоактивная пыль заражает почву и растения. В зависимости от размеров частиц на поверхности растений может задерживаться от 8 до 25% выпавшей на землю радиоактивной пыли. Лучевое поражение у растений проявляется в торможении роста и замедлении развития, снижении урожая, понижении репродуктивного качества семян, клубней, корнеплодов. При больших дозах облучения возможна гибель растений.

5.2.5 Механическое воздействие

Механическое воздействие на человека имеет место при обрушении зданий и сооружений, падении деревьев и столбов, ударе те-

ла о препятствие (землю) при отбрасывании ударной волной, поражении человека, сооружений, резервуаров и т.п. при разлете образующихся при взрыве осколков.

Случаи поражения человека при обрушении зданий, падении деревьев и т.п. имеют вероятностный характер и могут быть оценены только по усредненным статистическим данным.

При взрыве боеприпасов, резервуаров, газа (паров горючей жидкости) внутри зданий и т.д. образуется поле осколков, разного размера и массы, обладающих различной дальностью разлета, пробивной и убойной силой. Для ориентировочной оценки поражающего действия осколков обычно полагают, что все осколки имеют форму цилиндра диаметром d_1 и длиной l_1 , равной толщине исходной оболочки δ_1 .

Толщина металлической преграды, пробиваемой с 50% вероятностью равна

$$\delta_2 = 0,138 \frac{d_1 \rho_1 w}{\sqrt{\sigma_2 \rho_2}}, \quad (5.11)$$

а скорость осколка после преграды

$$w_{ост} = w - \frac{7,25 \sigma_1}{d_1 \rho_1} \sqrt{\sigma_2 \rho_2}, \quad (5.12)$$

здесь σ – динамический предел текучести, Па; ρ – плотность материала, кг/м³; индексы: 1 – осколок, 2 – преграда.

Наименьшая толщина железобетонной преграды, при которой не происходит пробивания равна

$$\delta_2 / d_1 = \begin{cases} 2,32 + 1,24 \alpha, & \text{при } 1,35 \leq \alpha \leq 13,5; \\ 3,19 \alpha - 0,718 \alpha^2, & \text{при } \alpha < 1,35. \end{cases} \quad (5.13)$$

Здесь $\alpha = S_n / d_1$; S_n – глубина проникновения осколка, м.

Способность осколка поразить человека определяется его кинетической энергией $E_{кин} = 0,125 \pi d_1^2 l_1$, Дж. Осколок, обладающей кинетической энергией $E_{кин} > 100$ Дж, способен поразить человека и носит название «убойный осколок».

5.3 Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами

Выше были рассмотрены случаи нарушения герметичности резервуара, содержащего горючий газ или жидкость, сопровождающиеся разливом жидкости с ее последующим испарением, выбросом паро-жидкостной смеси, выбросом газа и т.п. Дальнейший сценарий развития аварии будет зависеть от физико-химических свойств про-

литой жидкости, метеорологических условий, окружения места аварии, наличия источника зажигания и т.д. Зависимость вида горения от температуры кипения вещества показана на рисунке 5.1

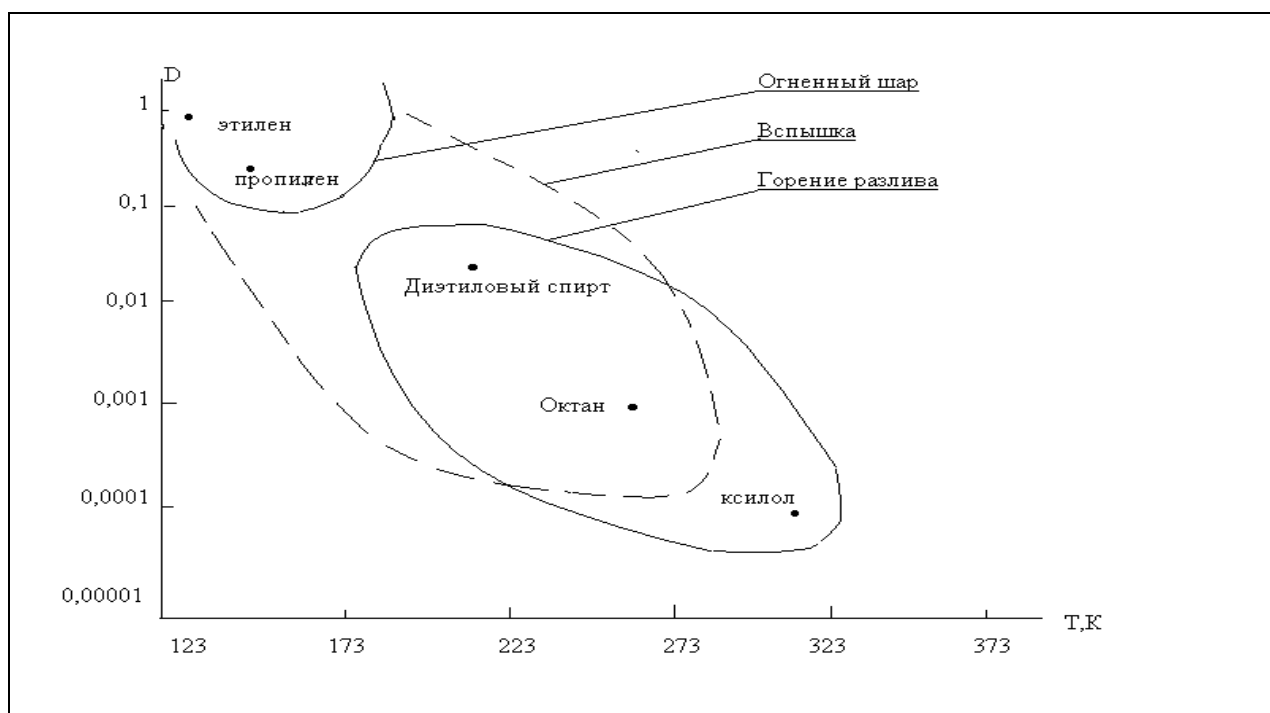


Рис. 5.1 – Зависимость характеристик пожара от температуры кипения вещества

Из рисунка следует, что давление паров, зависящее от температуры кипения вещества, во многом определяют вид пожара, которые обозначены на рисунке как «горение разлива», «вспышка» и «огненный шар».

5.3.1 Пожар разлива

При нарушении герметичности сосуда, содержащего сжиженный горючий газ или жидкость, часть (или вся) жидкости может заполнить поддон или обваловку, растечься по поверхности грунта или заполнить какую-либо естественную впадину.

Если поддон или обваловка имеют размеры $a * b$ (радиус $r_{\text{под}}$), то глубину заполнения h , м, можно найти по формуле:

$$h = m_{\text{ж}} / (\rho_{\text{ж}} F_{\text{под}}), \quad (5.14)$$

где $m_{\text{ж}}$, $\rho_{\text{ж}}$ – масса и плотность разлившейся жидкости; $F_{\text{под}}$ – площадь поддона.

При авариях в системах, не имеющих защитных ограждений, происходит растекание жидкости по грунту и (или) заполнение естественных впадин. Обычно при растекании на грунт площадь разлива

ограничена естественными и искусственно созданными границами (дороги, дренажные каналы и т.п.), а если такая информация отсутствует, то для приближенных расчетов принимают толщину разлившегося слоя равной $h = 0,05$ м и определяют площадь разлива $F_{раз}$, м², по формуле:

$$F_{раз} = m_{ж} / (h * \rho_{ж}). \quad (5.15)$$

По результатам экспериментов с жидким метаном и азотом компания «Газ де Франс» рекомендует следующие значения h (таблица 5.11)

Таблица 5.11

Толщина слоя h , м разлившегося сжиженного газа

Поверхность	$h * 10^2$, м	Поверхность	$h * 10^2$, м
Бетонная	0,3	Влажная песчаная	15,0
Водная	1,0	Сухая песчаная	20.0
Гравий	5,0		

Разлившаяся жидкость испаряется, причем интенсивность испарения зависит от внешнего давления, движения парогазовой фазы над свободной поверхностью жидкости, величины теплового потока, получаемого жидкостью и т.д.

При разлинии жидкости I категории последняя находится в равновесии со своими парами при давлении равном или близком к атмосферному. При подводе тепла в разлившейся жидкости возникает процесс кипения с интенсивностью, пропорциональной скорости подвода тепла.

При разлинии жидкости II категории ($T_{кр} > T_0$) имеет место явление «мгновенного испарения» с образованием и с возможным последующим возгоранием или взрывом парового облака.

Поведение жидкостей III категории при разливе зависит от их летучести. Интенсивность парообразования определяется падением давления при разливе, подводом теплоты от «подстилающей» поверхности, интенсивностью радиационно-конвективного теплообмена с атмосферой и т.д.

Примечательной чертой пожаров разлиния является «накрытие» с подветренной стороны. Это покрытие может составлять (25...50)% диаметра обвалования

$$(D = 2r = \sqrt{4F_{раз} / \pi}).$$

Пламя пожара разлития при расчете представляют в виде наклоненного по направлению ветра цилиндра конечного размера (рис. 5.2), причем угол наклона Θ зависит от безразмерной скорости ветра W_B :

$$\cos\Theta = 0,75(W_B)^{-0,49}. \quad (5.16)$$

Геометрические параметры факела пожара разлития можно определить по формуле Томаса:

$$\frac{L}{D} = a \left(\frac{m_{\text{выг.}}}{p\sqrt{gD}} \right)^b b W_B^c \quad (5.17)$$

Здесь: $W_B^c = w(m_{\text{выг}}gD / \rho_p)^{-1/3}$ – безразмерная скорость ветра, м /с;

$m_{\text{выг}}$ – массовая скорость выгорания, кг/(м² · с);

ρ_p, ρ_B – плотность пара и воздуха, соответственно, кг/м³;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

D – диаметр зеркала разлива, м; w – скорость ветра, м/с.

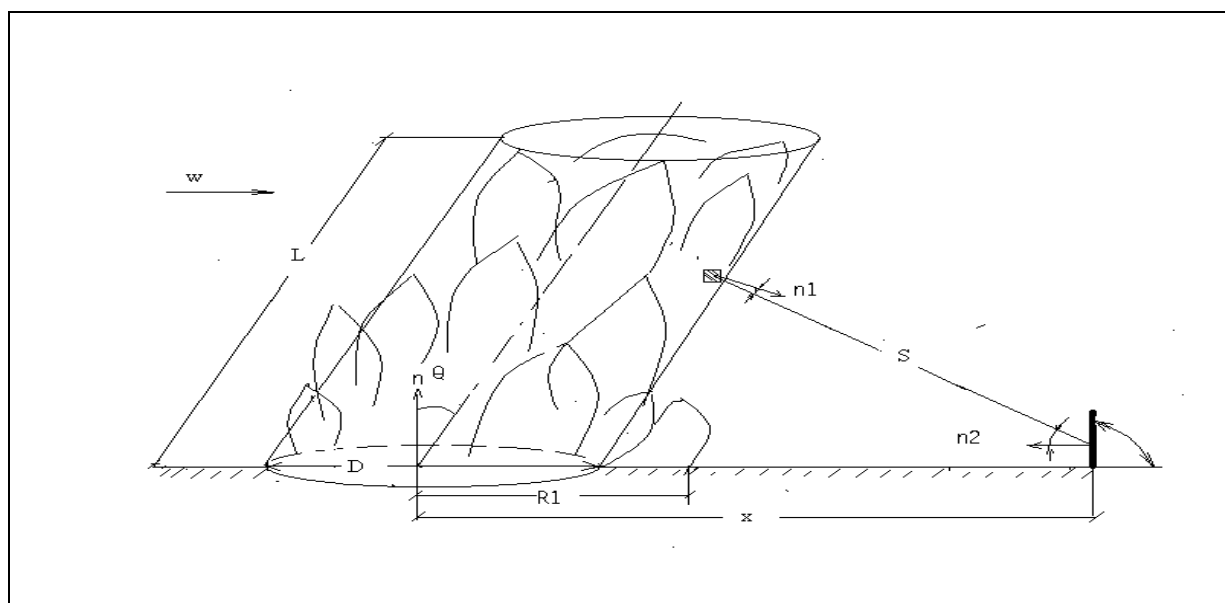


Рис. 5.2 – Расчетная схема пожара разлития

Скорость выгорания жидкостей определяют, как правило, экспериментально (см. табл. 5.11).

Степень термического воздействия пожара разлития (плотность теплового потока, падающего на элементарную площадку, расположенную на параллельно ($\kappa = 0$) и перпендикулярно ($\kappa = 90$) поверхности разлива (рис. 5.2) $q^{\text{пад}}$, кВт/м², несложно найти по формуле:

$$q^{\text{пад}} = q^{\text{соб}} \exp[-7,0 \cdot 10^{-4}(R - r)]\varphi, \quad (5.18)$$

где ϕ – угловой коэффициент излучения с площадки на боковой поверхности пламени пожара разлива на единичную площадку, расположенную на уровне грунта (рис.5.2), q^{cob} – средняя по поверхности плотность потока собственного излучения пламени, кВт/м², значения которой для некоторых жидких углеводородных топлив приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

Значения q^{cob} , кВт/м², для некоторых жидких углеводородных топлив

Топливо	q^{cob} , кВт/м ²					$m_{выг}$, кг/(м ² .с)
	d = 10 м	d = 20 м	d = 30 м	d = 40 м	d = 50 м	
СПГ (метан)	220	180	150	130	120	0,08
СУГ(пропан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Диз. топливо	40	32	25	21	18	0,04
Нефть	25	19	15	12	10	0,04

Примечание: Для диаметров очагов менее 10 м и более 50 м следует принимать величину q^{cob} такой же, как и для очагов диаметром 10 и 50 м соответственно.

5.3.2 Горение парогазовоздушного облака

Крупномасштабное диффузионное горение ПГВ облака, реализуемое при разгерметизации резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением, носит название «огненный шар». Плотность теплового потока, падающего с поверхности «огненного шара» на элементарную площадку на поверхности мишени $q^{пад}$, кВт/м², равен:

$$q^{пад} = q^{cob} \exp[-7,0 * 10^{-4} \sqrt{R^2 + H^2 - D_{эф} / 2}] \phi \quad (5.19)$$

где q^{cob} – плотность потока собственного излучения «огненного шара», кВт/м² допускается принимать равной 450 кВт/м²; R – расстояние от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» до облучаемого объекта, м; $D_{эф}$ – эффективный диаметр «огненного шара», м, определяемый по формуле:

$$D_{эф} = 5,33 M^{0,327}, \quad (5.20)$$

M – масса горючего вещества, кг; H – высота центра «огненного шара», м, которую допускается принимать равной $0,5D_{эф}$; ϕ – угловой коэффициент излучения с «огненного шара» на элементарную

площадку на поверхности облучаемой поверхности, определяемый по формуле:

$$\varphi = \frac{H / D_{эф} + 0,5}{4[(H / D_{эф} + 0,5)^2 + (R / D_{эф})^2]^{1,5}} \quad (5.21)$$

Время существования «огненного шара» τ , с, рассчитывают по формуле:

$$\tau = 0,92 M^{0,303} \quad (5.22)$$

Рассчитав значения q и τ по формулам (5.19) и (5.22), несложно определить величины пробит-функции и степень термического поражения $P_{пор}$.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой величиной оценивается негативное воздействие на окружающую среду?
2. Что выражает пробит-функция Pr ?
3. При какой температуре верхнего слоя кожного покрова человек ощущает сильную боль?
4. От чего зависит степень устойчивости сооружения к тепловому воздействию?
5. При какой величине избыточного давления ударной волны человек получает легкое поражение?
6. Назовите степени разрушений при оценке барического воздействия?
7. На какие группы подразделяются ОХВ по характеру воздействия на организм человека?
8. Типы воздействия на экосистемы при токсическом воздействии на окружающую природную среду?
9. Какие последствия повышения кислотности почвы за счет загрязнения окружающей среды?
10. Проникающее излучение – это?
11. Какие радиоактивные частицы не представляют опасности для внешнего облучения человека?
12. Напишите формулу разлития горючей жидкости в поддон или обваловку?
13. Что из себя представляет «огненный шар»?

6. ВЗРЫВЫ. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ВЗРЫВОВ НА ЛЮДЕЙ И РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ

6.1 Общие понятия взрывов.

Взрыв – быстро протекающий (практически мгновенный) процесс химического или физического* превращения веществ, сопровождающийся высвобождением большого (громadного) количества энергии в ограниченном объеме.

Для взрывчатых веществ (ВВ) взрыв является самораспространяющимся химическим превращением (распадом, разложением), подобно горению, с выделением громадного количества тепла и образованием газообразных продуктов. При обычном горении используется кислород атмосферы. При взрывах же используется связанный кислород, который содержится в большинстве ВВ. При этом кислород вступает во внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции распада или взаимодействия между составными частями ВВ, продуктами их разложения или газификации в результате чего выделяется тепло и газообразные продукты.

Химическое превращение ВВ может происходить в виде:

- а) термического разложения;
- б) горения;
- в) детонации.

Термическое разложение является медленным процессом распада ВВ (например, «горение» мокрой травы, перегнивание навоза). Оно сопровождается выделением тепла.

Горение ВВ – экзотермическая реакция, протекающая в поверхностном слое вещества – в зоне пламени. Реакция поддерживается за счёт теплопроводности и (или) диффузионного теплообмена газообразных продуктов реакции с общей массой ВВ. Различают два вида горения – стационарное (послойное горение) и возмущенное (объемное горение). Характерно резкое нарастание давления.

Детонация – особый вид экзотермической реакции. Скорость горения достигает 8,5 км/с. Подобная скорость горения способствует

* Энергия физических взрывов намного меньше, чем у химических. На практике они встречаются реже (это взрывы сжатых газов, перегретых жидкостей, разлив расплавленного металла в воду). В дальнейшем рассматриваются химические взрывы.

мгновенному нарастанию давления на фронте детонационной волны. Реакция протекает так быстро, что вся энергия, заключенная в ВВ, высвобождается до того, как наступает расширение продуктов распада. По сути вся освободившаяся энергия сосредоточена в объеме исходного ВВ. Давление может достигать до 10^{10} Па. Происходит взрыв.

Таким образом, различие в химическом превращении ВВ состоит в скорости горения. Различают при: $M < 0,2$ (M – число Маха) – чисто дефлаграционное горение ($T \approx 1500 \div 3000^\circ\text{C}$, давление нарастает постепенно, в закрытых помещениях до $0,6 \div 0,9$ МПа); $M > 1$ – детонационное горение (давление нарастает скачком).

Наиболее сильные взрывы – ядерные (атомные), при которых выделяется огромная энергия, мощь которой превосходит на несколько порядков взрывы обычных ВВ. Атомная энергия может выделиться при:

а) делении ядер тяжелых элементов (урана $U_{233, 235}$; плутония Pu_{239}) – ядерный (атомный) вид реакции на принципе «деления»;

б) реакции синтеза легких элементов (дейтерия и трития) в более тяжелые элементы – термоядерный (водородный) вид реакции на принципе «деление + синтез»;

в) комбинации первых двух видов реакции – реакции на принципе «деление + синтез + деление» (в последнем случае начинает деление природный уран U_{238}).

Ядерное оружие (ЯО) основано на использовании указанных видов реакции. Простая атомная (ядерная) бомба основана на принципе деления ядер тяжелых элементов. Термоядерная (водородная) бомба – это двойная бомба, основанная на втором принципе реакции. Атомный взрыв по сути является катализатором (условием), при котором начинает протекать реакция синтеза. На третьем виде реакции устроена «тройная» бомба, мощь которой превосходит мощь атомной и водородной бомб.

Реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер протекают практически мгновенно (за миллионные доли секунды). В зоне протекания ядерных реакций температура повышается до нескольких миллионов градусов, а максимальное давление достигает миллиардов атмосфер ($\approx 10^{10}$ Па).

Мощь ядерных взрывов (ЯВ) принято характеризовать тротиловым эквивалентом – килотоннами. Десять килотонн – 10 Кт – означают выделение энергии эквивалентной при взрыве 10 тонн тротила.

6.2 Взрывчатые вещества. Виды взрывов. Взрывоопасные объекты

ВВ – это химические соединения или их смеси, способные под воздействием внешнего импульса (удара, трения, накола, нагрева и др.) к взрывчатому превращению (взрыву). Классификация ВВ вообще обширна. Их классифицируют по различным признакам, из которых ведущими для практики являются:

- по форме химического превращения;
- химической природе и составу;
- условиям применения;
- чувствительности к различным видам внешних воздействий.

По форме химического превращения ВВ делятся на:

- бризантные;
- метательные (пороха);
- пиротехнические составы.

Бризантные ВВ обладают большой скоростью детонации (до 8,5 км/с.) и способны производить при взрыве дробление среды. Типичный представитель этих ВВ – тротил, гексоген, ТЕН, тетрил, некоторые типы аммонитов и аммоналов и другие. Этими ВВ взрывают горные породы, сооружения, конструкции, а также снаряжают боеприпасы. К этой группе относятся так называемые инициирующие ВВ, обладающие большой чувствительностью к удару, трению, наколу, искре (гремучая ртуть, азид свинца, тетрозен и др.). Их применяют для возбуждения взрывчатых превращений других ВВ, т.е. взрыва.

Пороха представляют собой многокомпонентные твердые ВВ, способные к стационарному горению параллельными слоями с образованием большого количества газообразных продуктов. Их энергия используется для метания снарядов, пуль, движения ракет, и в других целях. Различают баллистидные (бездымные) и дымные пороха.

Пиротехнические составы представляют собой различные смеси. Их отличает малая скорость горения. Они используются для зрелищных мероприятий (бенгальские огни, различные фейерверки). В военном деле и в других областях применяют осветительные, трассирующие, сигнальные, зажигательные, дымовые пиротехнические составы.

По своему химическому составу ВВ делятся на индивидуальные (содержат группы NO_2 , ONO_2 и N-NO_2) и смесевые составы (состоят

из двух и более компонентов для обеспечения заданных характеристик). Все промышленные ВВ по своему составу подразделяются на:

- нитросоединения;
- ВВ на основе аммиачной селитры;
- нитроэфиросодержащие;
- хлоратные и перхлоратные ВВ.

Все ВВ бризантного действия, типа тротила, ТЭНа, тетрила и другие – называют конденсированными.

Горючие газы (ГГ), содержащие атомы С, Н, О, N, Cl, Br, J, F, пары легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в смеси с воздухом при определенных концентрациях взрывоопасны. В замкнутых объемах при определенных концентрациях взрывоопасны в смеси с воздухом угольная, мучная, сахарная, древесная и другой пыли. Подобные смеси называют газопаровоздушными (ГПВС) и пылевоздушными (ПВС) смесями. Взрывы ГПВС и ПВС образуют класс объемных взрывов.

Таким образом, следует различать ядерные взрывы, взрывы конденсированных ВВ, взрывы ГПВС и ПВС, а также взрывы емкостей с газами (парами), находящимися под высоким давлением. Взрывы могут быть на земле (под землей), на воде (под водой) и в воздухе. Их называют наземный (подземный), надводный (подводный) и воздушный соответственно. Воздушные взрывы подразделяют на: низкие, высокие и высотные ($H > 10$ км.). При воздушных взрывах огненный шар не касается земли.

Исходя из изложенного, потенциальными объектами аварий, связанных со взрывами, могут стать:

- склады ВВ;
- склады боеприпасов;
- склады ракетного топлива;
- нефтебазы и нефтесклады;
- промышленные предприятия мучной, сахарной, угольной, древесной и других пыльных отраслей;
- продукция химических и нефтеперерабатывающих предприятий;
- ЛВЖ при хранении, перевозках, производстве;
- газовые хранилища и трубопроводы;
- паровые котлы;
- все ВВ, ЛВЖ, сжиженные газы и газы под давлением при их транспортировке ж.д. и другими видами транспорта.

6.3 Поражающие факторы взрывов. Характеристика основных параметров поражающих факторов.

К поражающим факторам взрывов конденсированных ВВ, ГПВС и ПВС относятся:

1. Ударная волна.
2. Тепловое (световое) излучение (тепловая волна, тепловая радиация).
3. Осколочное действие.
4. Воздействие на людей ядовитых газов, образующихся при взрыве (окись углерода, окись азота, сероводород, сернистый ангидрид и др.).

Наиболее мощные и обширные поражающие факторы образуются при ЯВ. К ним относятся:

- ударная волна;
- световое излучение;
- проникающая радиация (поток гамма-излучения и нейтронов, γ -изл. и n^0);
- радиоактивное загрязнение местности, приземного слоя атмосферы и объектов;
- электромагнитный импульс (ЭМИ).

Распределение энергии взрывов между поражающими факторами будет зависеть от вида взрыва и условий, в которых он происходит. Однозначно определить долю энергии, приходящуюся на каждый поражающий фактор, практически невозможно. Во всех случаях надо учитывать безвозвратные потери энергии, которая будет рассеиваться в окружающем пространстве (до 18%). Так, для ЯВ в воздухе (H до 10км) по 35% энергии расходуется на ударную волну и световое излучение; 7% на радиоактивное загрязнение местности; 5% на проникающую радиацию и ЭМИ. У нейтронного боеприпаса до 70% от всей энергии расходуется на проникающую радиацию. Учитывая, что взрывы подчиняются законам подобия, указанное соотношение можно принимать для расчётных данных.

6.3.1 Ударная волна

Она является одним из основных поражающих факторов взрывов. В зависимости от того, в какой среде она возникает и распространяется, её называют воздушной ударной волной (ВУВ) – в воздухе, сейсмозрывной волной – в грунте и ударной волной – в воде.

ВУВ называется область резкого сжатия воздуха, распространяющегося во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Она обладает большим запасом энергии и способна разрушать различные сооружения, здания и другие объекты, а также наносить поражение людям (животным) на различных расстояниях от центра взрыва. С удалением от центра взрыва её интенсивность убывает и она вырождается в обыкновенную акустическую волну. Её источник образования – центр взрыва, где давление и температура достигают миллионов Па и градусов.

Переднюю границу волны называют фронтом ВУВ, где скачком повышено давление, температура, плотность и скорость частиц среды (массовая скорость). При взрыве в воздухе фронт ВУВ будет сферическим.

Характер изменения давления в точке пространства при прохождении через неё волны показан на рисунке 6.1.

С приходом волны в точку пространства в момент t_0 давление в ней резко повышается на величину ΔP_ϕ , а затем убывает до атмосферного P_0 и ниже его. Период τ_+ называется фазой сжатия, а период τ_- – пониженного давления – фазой разряжения. В фазе сжатия воздушные массы движутся в сторону движения фронта волны (от центра), а фазе разряжения – к центру взрыва.

Повышение давления ΔP_ϕ в какой либо точке пространства представляет собой резкий, кратковременный удар громадной силы на преграду (объект, человека), что ведёт к разрушениям (поражениям).

Форма ВУВ при наземном и воздушном взрывах показана на рис. 6.1. ВУВ при этом будет иметь некоторые особенности.

При наземном взрыве ВУВ имеет форму полусферы с центром в точке взрыва. За счёт уменьшения объёма взрыва плотность энергии, а следовательно и ΔP_ϕ , будут в два раза больше, чем при воздушном взрыве.

Поражающее действие волны при наземном взрыве в ближней зоне ($R < H$) будет больше, чем при воздушном взрыве. Однако, радиус зоны выхода из строя малопрочных объектов при наземном взрыве будет меньше, чем при воздушном взрыве одинаковой мощности, так как сказывается эффект сложения падающей и отраженной волны в дальней зоне, $R > H$.

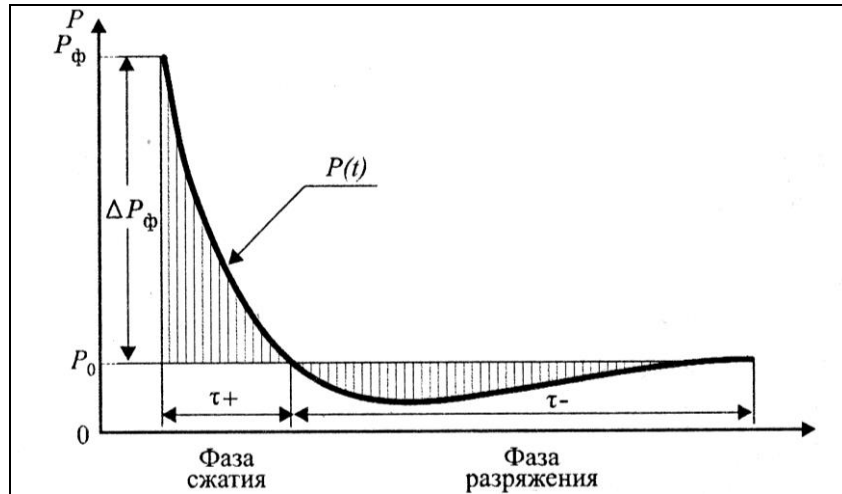


Рис. 6.1 – Изменение давления в точке пространства при прохождении через нее ВУВ

При воздушном взрыве ВУВ, достигая земли, отражается от неё. Отражённая волна, перемещаясь в более нагретой среде за счёт падающей волны, догоняет падающую волну. Их энергия сливается, образуя фронт головной ударной волны, где давление в 1,6–3 раза более ΔP_ϕ падающей волны. На участках, где отражённая волна ещё не догнала падающую волну, объект испытывает ударную нагрузку от падающей и отражённой волн (двойную нагрузку). Двойную нагрузку также будут испытывать высотные объекты и в дальней зоне, т.е. от головной ударной волны и отражённой. Заметим сразу, что давление отражённой волны может в 2–8 и более раз превосходить давление падающей волны.

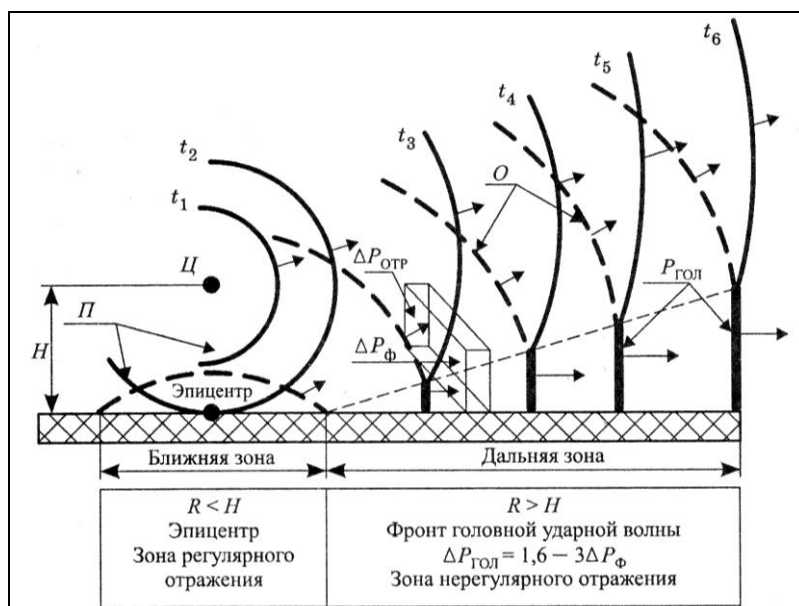


Рис. 6.2 – Распространение ВУВ при воздушном ЯВ

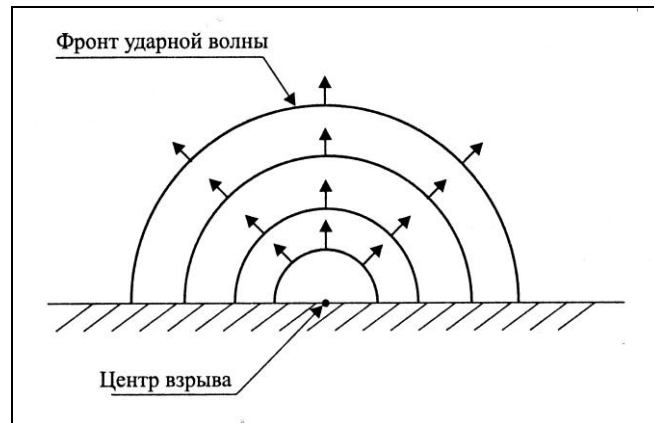


Рис. 6.3 – Образование и распространение ударных волн при наземном ЯВ

Итак, основными параметрами ВУВ, характеризующими ее разрушающее и поражающее действие, являются:

- избыточное давление на фронте волны ΔP_{ϕ} , Па;
- давление скоростного напора $\Delta P_{ск}$, Па;
- длительность фазы сжатия τ_{+} , с (она определяет время действия избыточного давления);
- скорость фронта волны V_{ϕ} ;
- температура фронта волны T_{ϕ} и другие.

Скоростной напор определяет метательное действие волны, а ΔP_{ϕ} – барическое действие волны.

Заметим, что данные параметры волны будут зависеть от массы заряда, высоты взрыва, расстояния от центра взрыва и условий взрыва.

ВУВ может отражаться от крупных преград, обтекать различные преграды и затекать в укрытия.

6.3.2 Световое излучение ядерного взрыва

Под световым излучением понимается электромагнитное излучение оптического диапазона в видимой и невидимой (ультрафиолетовой и инфракрасной) областях спектра. Энергия светового (теплового) излучения поглощается поверхностями тел, которые при этом нагреваются. Температура нагрева будет зависеть от многих факторов (интенсивности излучения, его времени действия, состояния погоды, рельефа местности, физико-химических свойств предметов и др.) и может быть такой, что поверхность объекта может обуглиться, оплавиться или воспламениться.

Источником излучения является светящаяся область взрыва, состоящая из нагретых до высокой температуры паров конструкционных материалов и воздуха (температура в центре взрыва достигает миллионов градусов). Длительность светового излучения зависит от мощности взрыва и может достигать значение от долей секунды и до десятков секунд (для ЯВ) и десятых и сотых долей секунды при взрывах обычных ВВ.

Основными параметрами светового (теплого) излучения являются:

- тепловой поток (энергетическая освещённость) q , Вт/м²;
- длительность огненного шара, $t_{\text{ош}}$, с;
- тепловая доза (тепловой импульс, энергетическая экспозиция), Q , Дж/м².

Заметим, что при наземных взрывах световой поток значительно ослабляется за счет его экранирования (затенения) местными объектами и пылью. Реальное его значение будет меньше расчетного на 25–50%, т.е. близко к значению потока от воздушного взрыва (при одинаковых массах зарядов), хотя мощность наземного взрыва превосходит примерно в два раза мощность воздушного взрыва.

6.3.3 Проникающая радиация

Проникающая радиация действует только при ЯВ. Она представляет собой поток γ -излучения и нейтронов (n^0). Нейтроны и γ -излучение различны по своим физическим свойствам (см. раздел радиацию), а общим для них является то, что они распространяются в воздухе во все стороны на расстояние до 2–3 км. Проходя через биологическую ткань (любую среду), γ -излучение и n^0 ионизируют атомы и молекулы живых клеток (среды), что ведёт в итоге к лучевой болезни (выходу из строя технических устройств). Длительность излучения – считанные секунды и определяется мощностью взрыва и временем подъема облака взрыва на высоту, при которой γ -излучение поглощается толщей воздуха и практически не достигает земли.

Гамма-кванты могут быть:

- мгновенными, испускаемые в ходе протекания ЯВ;
- осколочными (образуются при радиоактивном распаде осколков деления);
- захватными (возникают при ядерных реакциях захвата n^0 атомами воздуха и грунта на значительных расстояниях от центра взрыва).

Нейтроны – могут быть мгновенными (испускаются в ходе протекания ядерных реакций взрыва) и запаздывающими (образуются в процессе распада осколков деления в течении первых 2–3 с после взрыва).

Поражающее действие проникающей радиацией оценивается дозой излучения, т.е. количеством энергии излучений, поглощённой единицей массы облучаемой среды. Измеряется в Гр (грей) в СИ.

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг};$$

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад.}$$

6.3.4 Радиоактивное заражение местности (РЗМ)

РЗМ возникает при ЯВ и в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из облака взрыва. Поражающее действие РЗМ как фактора определяется тем, что высокие уровни радиации наблюдаются не только в районе взрыва, но и на расстоянии десятков и сотен километров от взрыва. Кроме этого, РЗМ, как поражающий фактор, действует и может быть опасным на протяжении нескольких суток и недель. Наиболее сильное РЗМ происходит при наземных ЯВ, когда площади загрязнения с опасными уровнями радиации во много раз превышают размеры зон поражения ударной волной, светового излучения и проникающей радиации.

Источником РЗМ при ЯВ являются: продукты деления (осколки деления) ядерного заряда ($U_{233,235}$, Pu_{239}); радиоактивные изотопы (радионуклиды), которые образуются в грунте и других материалах под воздействием нейтронов – наведенная активность; не разделившаяся часть ядерного заряда. Продукты деления ядерного заряда, выпадающие из облака взрыва, представляют собой смесь около 80 изотопов 35 химических элементов. Всего же на разных этапах радиоактивного распада возникает до 300 различных радионуклидов.

Изменения активности во времени, как и уровней радиации на местности, определяются зависимостью (закон Вея-Вигнера, физики из Великобритании):

$$A_t = A_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-1,2} \text{ или } P_t = P_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-1,2},$$

где: $A_t(P_t)$ и $A_0(P_0)$ – активность (мощность дозы) ко времени t_0 и t после взрыва. Из этой зависимости следует, что если время после взрыва увеличивается 7^n раз, то активность (мощность дозы, уровень радиации) на местности уменьшается в 10^n раз, т.е., если время

после взрыва прошло двое суток – 48 часов ($n=2$ и $7^2=49$ ч.), то активность уменьшится в $10^2 = 100$ раз и т.д. Напомним, что активность радионуклидов в СИ измеряется в беккерелях – Бк (1 Бк равен одному распаду ядра в секунду). Внесистемная единица – кюри (1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк).

На местности, подвергнувшейся загрязнению при ЯВ, выделяют два участка: район взрыва (его радиус не превышает 2 км) и след облака (выпадение радиоактивных осадков, перемещающихся по направлению ветра).

По степени опасности загрязненную местность по следу облака взрыва принято делить на четыре зоны. Границы зон РЗМ с разной степенью опасности можно характеризовать как мощностью дозы излучения (уровнем радиации) на определённое время после взрыва, так и дозой до полного распада радионуклидов.

Зона А – умеренного загрязнения. Дозы излучения до полного распада РВ на внешней границе зоны $D_{\infty} = 40$ рад, на внутренней границе $D_{\infty} = 400$ рад. Её площадь составляет 70–80% от площади всего следа.

Зона Б – сильного загрязнения. Дозы излучения на её границах: внешней $D_{\infty} = 400$ рад; внутренней $D_{\infty} = 1200$ рад. На долю этой зоны приходится примерно 10% площади следа.

Зона В – опасного загрязнения. Дозы излучения на её границах: внешней $D_{\infty} = 1200$ рад; внутренней $D_{\infty} = 4000$ рад. Эта зона занимает примерно 8–10% площади следа облака.

Зона Г – чрезвычайно опасного загрязнения. Зона излучения для полного распада на её внешней границе $D_{\infty} = 4000$ рад, а в середине зоны $D_{\infty} = 7000$ рад. Характеристики зон (глубина и ширина) приводятся в справочной литературе и учебнике.

6.3.5 Электромагнитный импульс (ЭМИ)

ЯВ в атмосфере приводят к возникновению мощных электромагнитных полей с длинами волн от 1 до 1000 метров. Эти поля ввиду их кратковременного существования принято называть ЭМИ. Поражающее действие ЭМИ обусловлено возникновением напряжений и токов в проводниках различной протяжённости, расположенных в воздухе, земле, на технике и других объектах. Наведенные напряжения и токи в линиях связи, радиотехнической и электротехнической аппаратуре могут превосходить номинальные значения и вызывать пробой изоляции, повреждение

трансформаторов, сгорания разрядников, порчу полупроводниковых приборов, схем и т.п.

Высотный взрыв способен создать помехи в работе средств связи на очень больших площадях. Как вывод, отметим, что защита от ЭМИ необходима.

6.3.6 Взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей

Взрывы ГПВС и ПВС образуют класс объёмных взрывов. Взрывы ГПВС могут происходить как в помещениях, так и в открытом (неограниченном) пространстве. Взрывы ПВС происходят в замкнутых объёмах (помещениях). Подобные взрывы происходят от искры, если размер облака смеси превышает некоторое критическое значение (минимальный диаметр смеси облака способного детонировать), а энергия искры превышает некоторое пороговое значение. Облако ГПВС в расчётах принимают за полусферу радиуса R_0 с центром на поверхности грунта. При взрыве ГПВС в открытом пространстве выделяют 2 зоны:

- зону действия детонационной волны в пределах всего облака (зона 1, рис.6.4);
- зону действия ВУВ за пределами облака (зона 2).

В пределах облака ГПВС (в зоне 1) избыточное давление детонационной волны постоянно и будет определяться конкретной величиной для исходного горючего материала, т.е. теплотой взрыва горючего. Давление на фронте детонационной волны может достигать 2 МПа, а вследствие многократных отражений в помещениях – доходить до 10 МПа.

Для расчёта поражающего действия взрыва определяют параметры детонационной волны и ВУВ.

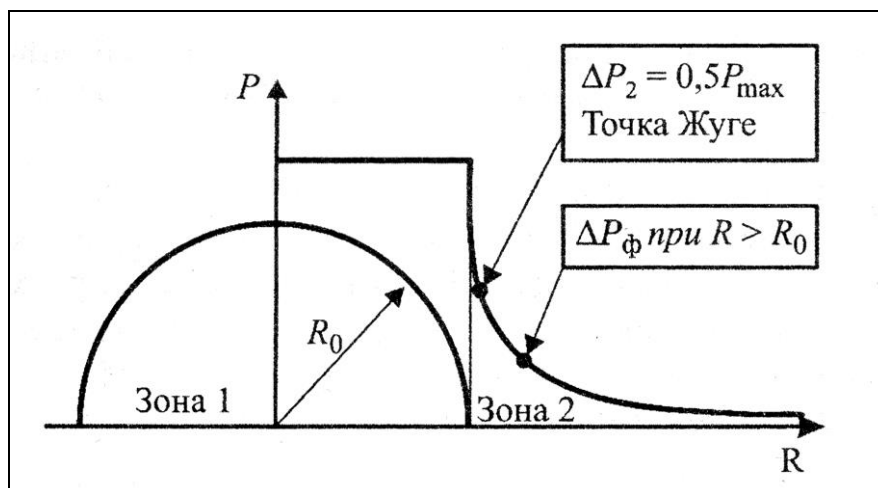


Рис. 6.4 – Схема взрыва ГПВС и изменения давления

Взрывы ГПВС (ПВС) в замкнутых объёмах (помещениях) происходят по дефлаграционному механизму (взрывного, возмущенного горения). При точечном зажигании горение в замкнутых объектах идёт послойно с дозвуковой скоростью распространения пламени при повышении температуры до 3000°C и давления во всём объеме, поскольку границы помещения не дают возможности расширяться продуктам горения. Поэтому давление нарастает в объеме до максимального значения постепенно. Переход к детонации возможен в протяжённых помещениях за счёт турбулизации смеси (пыли) (например: в штольнях шахт, конвейерных линиях зернохранилищ и т.п.).

При взрывах гибридных смесей, содержащих газы или пары и пыли, давление ΔP определяется суммой давления ΔP_1 – для газа (пара) и ΔP_2 – для пыли (аэрозоля), т.е.

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

Расчёт основных параметров поражающих факторов взрывов (упрощенные зависимости).

1. Взрывы конденсированных ВВ и ЯВ

Массу заряда и мощность взрыва ВВ (ЯВ) принято оценивать тротиловым эквивалентом в килограммах, кг, или килотоннах, кт (1 кт=1000 кг).

Масса заряда ВВ (ЯВ) в тротиловом эквиваленте равна $C = K \cdot C_{BB}$, где C_{BB} – масса заряда данного ВВ, кг (кт); K – коэффициент пересчёта данного ВВ на тротиловый эквивалент, величина табличная или определяется зависимостью $K = Q_{BB}/Q_T$. Здесь Q_{BB} и Q_T – теплоты взрыва данного ВВ и тротила ($Q_T = 4240$ кДж/кг).

Мощность взрыва ВВ (ЯВ) в тротиловом эквиваленте (полный тротиловый эквивалент взрыва) определяется зависимостью

$$C_T = \begin{cases} K \cdot C_{BB} & \text{– для воздушного,}^* \\ 2\eta \cdot K \cdot C_{BB} & \text{– для наземного взрывов,} \end{cases} \quad (6.1)$$

* Для воздушного взрыва масса заряда и мощность взрыва численно совпадают.

где: 2η – поправочный коэффициент для наземного взрыва. Мощность наземного взрыва удваивается за счёт формирования полусферической волны и отражения части энергии от земли, а η учитывает расход энергии взрыва на деформацию и выброс грунта (образование воронки) и равна для: 0,95 – 1 – стальных плит; 0,85–0,95 – бетона; 0,8 – плотных грунтов; 0,6–0,65 – средних грунтов.

Параметры ударной волны и теплового излучения (в 6.2) взрывов определяются половинной мощностью взрыва (половиной тротилового эквивалента взрыва), называемым тротильным эквивалентом по ударной волне – C_{yB} , т.е.:

$$C_{yB} = 0.5 \cdot C_T = \begin{cases} 0.5 \cdot K \cdot C_{BB} & \text{для воздушного,} \\ 0.5 \cdot 2\eta \cdot K \cdot C_{BB} & \text{для наземного взрывов.} \end{cases} \quad (6.2)$$

Избыточное давление ΔP_ϕ , кПа, для свободно распространяющейся сферической ударной волны определяется по формуле:

$$\Delta P_\phi = 84 / \bar{R} + 270 / \bar{R}^2 + 700 / \bar{R}^3, \quad \text{кПа,} \quad (6.3)$$

где \bar{R} – приведённое расстояние (высота), м/кг^{1/3} и равное

$$\bar{R} = R / \sqrt[3]{C_{yB}} = R / \sqrt[3]{0.5KC_{BB}} \quad \text{для воздушного,} \quad (6.4)$$

$$\bar{R} = R / \sqrt[3]{C_{yB \text{ наз}}} = R / \sqrt[3]{\eta KC_{BB}} \quad \text{для наземного взрыва.} \quad (6.5)$$

R – расстояние от эпицентра (центра) взрыва до заданного объекта, м.

Удельный импульс волны фазы сжатия

$$J = \int_0^{\tau_+} \Delta P(t) dt = A \sqrt[3]{C^2} / R, \quad \text{кПа} \cdot \text{с;} \quad (6.6)$$

$$A = 0,4;$$

$$C = 0,5KC_{BB} \quad \text{для воздушного;}$$

$$C = \eta KC_{BB} \quad \text{для наземного взрыва.}$$

Длительность фазы сжатия τ_+ , с

$$\tau_+ = 1,5 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{C} \cdot \sqrt{R}; \quad (6.7)$$

$$C = 0,5KC_{BB} \quad \text{для воздушного;}$$

$$C = \eta KC_{BB} \quad \text{для наземного взрыва.}$$

Скоростной напор волны

$$\Delta P_{ск} = \frac{\rho_\phi V_\phi^2}{2} = 2,5 \frac{\Delta P_\phi^2}{\Delta P_\phi + 710}, \quad \text{кПа.}$$

Избыточное давление в отраженной волне

$$\Delta P_{отр} = 2\Delta P_\phi + \frac{6\Delta P_\phi^2}{\Delta P_\phi + 710}, \quad \text{кПа.}$$

Коэффициент отражения $K_{отр} = \Delta P_{отр} / \Delta P_\phi$, $K_{отр} = 2...8$ (до 13 при больших давлениях и для протяжённых объектов).

Безопасное расстояние действия ВУВ на людей:

$R_{без} = K_B \sqrt[3]{C_{yB}}$, м, где $K_B = 15$ – для открытой местности и $K_B = 9,3$ – в укрытиях;

$C_{ув}$, кг – тротильный эквивалент по ударной волне воздушного или наземного взрыва (формулу 6.2).

Безопасным для открыто расположенного человека принимается давление $\Delta P_{\phi} = 7 \text{ кПа}$.

Действие волны на объекты с учетом различных экранирующих и отражающих объектов

$\Delta P_{\phi_{действ}} = k_1 k_2 k_3 \Delta P_{\phi}$, где k_i – табличные коэффициенты (только на здания и различные сооружения). При макс. их значениях

$$\Delta P_{\phi_{действ}} = 1,21 \cdot \Delta P_{\phi}$$

Взрывы подчиняются законам подобия, в основе которых лежит принцип кубического корня. Если известны ΔP_{ϕ} и другие параметры ВУВ для заряда массой C_1 на расстоянии R_1 , тогда те же давление и другие параметры волны для заряда массой C_2 будут на расстоянии R_2 , т.е.

$$R_2 = R_1 \sqrt[3]{C_2 / C_1}; \tau_2 = \tau_1 \sqrt[3]{C_2 / C_1}; J_2 = J_1 \sqrt[3]{C_2 / C_1}.$$

2. Взрывы (детонация) ГПВС в открытом пространстве

а) Параметры детонационной волны

Начальный объем и начальный радиус R_0^I полусферического облака ГПВС

$$V_0 = V_a \theta C_B / (\mu_r C_{стх})^6, \text{ м}^3,$$

где $V_a = 22,4 \text{ м}^3$ – объем киломоля идеального газа;

$C_{стх} = C_{стх\%} \cdot 10^{-2}$ – объемная концентрация газа в смеси;

μ_r – молекулярная масса;

C_B – масса горючей компоненты, кг;

θ – коэффициент, учитывающий способ хранения продукта:

1 – для газов при нормальном давлении;

0,5 – для сжиженных газов под давлением;

0,1 – для сжиженных охлаждением;

0,02...0,07 – при растекании ЛВЖ.

$$R_0^I = \sqrt[3]{3V_0 / 2\pi}, \text{ м}$$

⁶ $C_{стх}, Q_{мстх}, Q_{встх}, \gamma_{стх}, \rho_{стх}$ – табл. величины; «стх» – означает стехиометрический состав.

Тротильный эквивалент наземного взрыва полусферического облака ГПВС

$$C_T = 2\eta C Q_{m_{ctx}} / Q_T, \text{ кг},$$

где $C = \rho_{ctx} V_0$ – масса горючего облака, кг; $Q_{m_{ctx}}$ – теплота взрыва горючего, Дж/кг; Q_T – теплота взрыва тротила.

Избыточное (эффективное) давление детонационной волны

$$\Delta P_2 = 2(\gamma_{ctx} - 1) Q_{m_{ctx}} \rho_{ctx} - P_0, \text{ Па},$$

где γ_{ctx} – показатель адиабаты продуктов детонации;

ρ_{ctx} – плотность, кг/м³;

P_0 ⁷ – стандартное давление, Па. $\Delta P_{отр} = 2,5 \Delta P_2$ – отраженная детонационная волна.

$V_d = \sqrt{2(\gamma_{ctx}^2 - 1) Q_T}$ – скорость детонационной волны, м/с;

$t_d = R_0 / V_d$ – время полной детонации облака.

б) Параметры воздушной ударной волны

Максимальное избыточное давление ВУВ

$$\Delta P_\phi = P_0 \bar{P}, \text{ Па}; \lg \bar{P} = 0,65 - 2,18 \lg \bar{R} + 0,52 (\lg \bar{R})^2,$$

где $\bar{R} = R / \sqrt[3]{C_T}$ и R – текущее расстояние, м.

Удельный импульс, Па·с $J = \bar{J} \cdot \sqrt[3]{C_T}$;

$$\lg \bar{J} = 2,11 - 0,97 \lg \bar{R} + 0,04 (\lg \bar{R})^2.$$

Уточнённый радиус зоны действия детонационной волны⁸

$$R_0 = 10^\alpha \sqrt[3]{C_T}; \quad \alpha = K_1 - \sqrt{K_1^2 - A}, \quad K_1 = 1,09 / 0,52; \quad A = 1,25 - \frac{\lg(\Delta P_2 / P_0)}{0,52}$$

$R_{без} = 15 \sqrt[3]{C_T}$, где C_T – полный тротильный эквивалент взрыва.

3. Взрывы ГПВС (пылевоздушных смесей) в замкнутом объеме (помещениях).

Избыточное давление при взрыве ГПВС, состоящих из атомов С,

$$\text{Н, О, N, Cl, Br, I, F.} \quad \Delta P = 100 P_{\max} \frac{C \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{Г,Пctx} \cdot C_{ctx} \cdot K_H}, \text{ кПа},$$

где P_{\max} – максимальное давление взрыва стехиометрической ГПВС в замкнутом объеме (при отсутствии данных допускается принимать в расчётах $P_{\max} = 900$ кПа);

C – масса горючего материала (газа, паров ЛВЖ или ГЖ), кг;

⁷ Стандартное давление $P_0 = 0,1013 \text{ МПа} = 101,3 \text{ кПа} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при $T_0 = 288,16 \text{ К}$, $\rho = 1,225 \text{ кг} / \text{м}^3$ воздуха (МСА-международная стандартная атмосфера).

⁸ На границе облака $\Delta P_2 = \Delta P_\phi$ при $R = R_0$

Z – коэффициент участия горючего во взрыве ($Z=0,5$ для ГГ; $Z=0,3$ – для ЛВЖ и ГЖ);

V – свободный объём помещения, m^3 ($V_{св} = 0.8 \cdot V_0$, здесь V_0 – полный объём помещения);

$\rho_{г,пстх}$ – плотность газа или пара стехиометр. состава, $кг/м^3$;

$C_{стх}$ – стехиометрическая концентрация горючего материала, % (объёма);

K_H – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать $K_H = 3$);

Объём газа, вышедшего из аппарата $V_a = 0.01 \cdot P \cdot V$, m^3 , где P – давление в аппарате, $кПа$;

V – объём аппарата, m^3 .

Масса горючего материала $C = V_a \cdot \rho_{г,пстх}$, $кг$.

Избыточное давление при взрыве других ГПВС и пылей

$$\Delta P = \frac{C Q_m P_0 Z}{V_{св} \rho_0 C_p T_0 K_H}, \text{ кПа (для пыли в МПа)},$$

где C – масса горючего вещества, поступившего в помещение в результате аварийного вскрытия емкости (с учетом коэффициента θ , а для пыли – общая масса дисперсного продукта), $кг$; Q_m – теплота сгорания вещества, $Дж/кг$; P_0, T_0, ρ_0 – начальные давление, температура и плотность воздуха в помещении (если они не заданы, то допускается брать как для МСА); C_p – удельная теплоемкость воздуха (допускается принимать $C_p = 1,01 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$); $V_{св} = 0,8V_0$ – свободный объём помещения (за вычетом объема оборудования); $Z = 0,5$ – доля участия продукта во взрыве с учетом негерметичности помещения; $K_H = 2 \dots 3$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения.

При взрывах гибридных смесей $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$, т.е. общее давление определяется как сумма давлений от паров и пыли.

Если в формуле массу горючего вещества заменить через $C = \rho V_{св}$, тогда

$$\Delta P = \rho Q_m P_0 Z / \rho_0 C_p T_0 K_H.$$

4. Тепловое действие взрывов

А. Взрывы конденсированных ВВ, ГПВС и ЯВ

Радиус огненного шара и время его существования $R_{ош}$, $км$ и $t_{ош}$, $с$, определяются зависимостями

$$R_{ош} = 0.052 C^{0.4}, \quad (6.8)$$

$$t_{\text{ош}} = 0.32 \cdot \sqrt{C_T}, \quad (6.9)$$

где C – половина полного тротилового эквивалента воздушного или наземного взрывов, т.е. $C = \begin{cases} 0,5 \cdot K \cdot C_{\text{ВВ}i} & \text{– для воздушного,} \\ 0,5 \cdot 2\eta \cdot K \cdot C_{\text{ВВ}i} & \text{– для наземного взрывов,} \end{cases}$

а C_T в формуле (6.9) – полный тротильный эквивалент воздушного или наземного взрыва (мощность взрыва).

Тротиловые эквиваленты воздушного или наземного взрывов выражаются в килотоннах, а радиус – в км.

Примечание. Для взрывов ГПВС радиус огненного шара $R_{\text{ош}}$ принимается равным уточненному радиусу зоны действия детонационной волны R_0 , т.е. $R_{\text{ош}} = R_0$.

Тепловой поток (энергетическая освещенность), $Вт / м^2$

$$q = K\sigma T^4 R_{\text{ош}}^2 / R^2,$$

где $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} Вт / м^2 \cdot К^4$ – константа Стефана-Больцмана;

$T = 8000К$ – эквивалентная температура излучения огненного шара как черного тела;

$\sigma T^4 = 2,32 \cdot 10^8 Вт / м^2$ – энергетическая светимость огненного шара;

K – коэффициент прозрачности атмосферы, $K = 0,12 \dots 0,96$.

R – удаление объекта, м.

Тепловая доза (тепловой импульс, энергетическая экспозиция)

$Q = q \cdot t$, $Дж / м^2$, где t , с – время облучения (экспозиции),

$Q = q \cdot t_{\text{ош}}$.

Б. Дефлаграционные взрывы (взрывное сгорание смесей)

Облака ГПВС, переобогащенные топливом, не детонируют, а интенсивно горят, образуя огненный шар.

Радиус огненного шара и время его существования

$$R_{\text{о.ш.}} = 0,5A_1 C^\alpha, м; \quad t_{\text{о.ш.}} = A_2 C^\beta, с,$$

где C – масса испарившегося вещества, кг; A_1, A_2, α, β – коэффициенты, которые достаточно близки для жидких ракетных топлив и сжиженных газов.

$$A_1 = 3,76 \dots 3,86; \quad A_2 = 0,258 \dots 0,299;$$

$$\alpha = 0,325 \dots 0,320; \quad \beta = 0,349 \dots 0,320.$$

Температура огненного шара $T = 2500К$ – для ракетных топлив и $T = 1350К$ – для горючих газов.

$$\text{Тепловой поток } q = \frac{T_{\text{о.ш.}}^4 G (2R_{\text{о.ш.}} / R)^2}{F + (2R_{\text{о.ш.}} / R)^2}, \text{ Вт / м}^2,$$

где $F = 161,7$; $G = 5,26 \cdot 10^{-5}$ – константы.

Тепловая доза (тепловой импульс) $Q = qt$ или $Q = qt_{\text{ош}}$.

Опасным для человека является $Q = 100 \text{ кДж / м}^2$ (первая степень ожога), а допускаемая безопасная величина $Q = 42 \text{ кДж / м}^2$.

6.4 Оценка воздействия взрывов на людей и различные объекты

Достоверно оценить воздействие взрыва на объекты весьма сложно. При оценке воздействия взрыва необходимо учитывать:

- мощность и положение центра взрыва;
- ориентацию объекта к центру взрыва;
- возможную экранировку и затенение объекта от различных препятствий;

- характеристику объекта, его геометрию, массовые, инерционные, жесткостные, прочностные и другие параметры его конструкций, а также периоды собственных колебаний зданий и сооружений. Подобная оценка выходит за рамки программного обучения и нами рассматриваться не будет.

Для приближенной оценки степени разрушения (повреждения, поражения) объекта используют обобщенные экспериментальные данные и результаты анализа прошлых аварий. При приближенной оценке чаще всего используют только один параметр поражающего фактора взрыва (допустим, только ΔP_{ϕ} , $\Delta P_{СК}$, J или Q), хотя реально на любой объект одновременно действует несколько поражающих факторов, каждый из которых имеет свои конкретные значения параметров.

Для оценки воздействия взрыва на любой объект надо решить две задачи:

Во-первых необходимо, установить (расчетом или измерением) величины параметров поражающих факторов взрыва.

Во-вторых необходимо, установить степень разрушения (поражения) объекта по выбранным критериям оценки и сравнения их величин с расчетными данными.

6.4.1 Действие ударной волны на объекты

Ударная волна вызывает разрушения или повреждения зданий городской застройки, промышленных зданий и сооружений, систем

электро-, газо-, водоснабжения, транспортных средств, различного оборудования, механизмов и других объектов. Различают четыре степени разрушений зданий и сооружений в очагах поражения, исходя из опытных данных: полные, сильные, средние, слабые. За основной критерий оценки чаще принимают ΔP_ϕ и удельный импульс J.

За внешние границы зон разрушений принимаются условные линии, на которых ΔP_ϕ волны равны: $\Delta P_\phi > 50$ кПа – полные разрушения, $\Delta P_\phi = 30-50$ кПа – сильные разрушения; $\Delta P_\phi = 20-30$ кПа – средние; $\Delta P_\phi = 10-20$ кПа – слабые разрушения. Заметим, что цифровые значения для каждой степени разрушений весьма приближенные и касаются главным образом жилых и промышленных зданий. За границы очага разрушения (поражения) принято считать радиус с $\Delta P_\phi = 10$ кПа при ЯВ и $\Delta P_\phi = 7$ кПа – при взрывах обычных ВВ.

При полном разрушении обрушивается большая часть несущих конструкций – стен, колон и перекрытий. Использовать здания невозможно. Сильное разрушение характеризуется частичным разрушением стен и перекрытий и полным разрушением легких элементов (дверей, перегородок, крыш и др.). Использовать здания невозможно. Среднее разрушение – несущие конструкции получают деформации, прогибы, трещины, второстепенные конструкции разрушаются полностью. Слабые разрушения соответствуют повреждению или деформациям отдельных легких элементов (окон, дверей, стекол). Полные и сильные разрушения требуют нового строительства. Средние и слабые разрушения требуют капитальных и средних затрат на свое восстановление. Полные разрушения на сетях коммунального и электрического хозяйства характеризуются выходом из строя значительных участков трубопроводов, разрывом кабелей, обрушением опор воздушных линий электропередач и т.п. Подобные разрушения нельзя устранить при капитальном ремонте.

Заметим, что железнодорожный подвижной состав может эксплуатироваться после воздействия избыточных давлений: вагоны – до 40 кПа, тепловозы и электровозы – до 60 кПа.

6.4.2 Действие ударной волны на людей

Поражение людей возможно от барического (ΔP_ϕ) и метательного ($\Delta P_{СК}$) воздействия ударной волны. При воздействии

избыточного давления возможны различные степени поражения людей при значениях ΔP_{ϕ} :

– 20–40 кПа – условно 1 – ой степени, легкое (разрыв барабанных перепонок, кровоизлияние в легкие);

– 40–60 кПа – все 1 – ой степени плюс вывихи, ушибы, мышечные кровоизлияния, переломы ребер, общее сотрясение всего организма, поражение второй степени;

– 60–100 кПа – давление, трудно переносимое организмом, состояние сильной контузии, переломы костей, повреждение внутренних органов и другие (поражение третьей степени, тяжелое);

– 100 кПа и более – поражение 4 – ой степени, крайне тяжелое вплоть до летального исхода.

При скоростях отброса тела человека наступает: 6 м/с – порог поражения; 16,5 м/с – 50% потерь; 42 м/с – 100% потерь.

6.4.3 Тепловое действие взрывов

Критериями оценки являются величины теплового потока q и теплового импульса Q . Оценка воздействия производится путем сравнения расчетных величин q или Q с табличными данными, которые характеризуют ту или иную степень воздействия (возгорание, обугливание, ожоги и т.д.). Так, минимальная величина импульса, вызывающая воспламенение древесных материалов составляет 0,4 МДж/ м².

Болевой температурный порог для кожи человека соответствует $t_{пор} = 44^{\circ}\text{C}$. При $t > t_{пор}$ степень поражения зависит от длительности и величины потока. Кожа человека выдерживает тепловой поток $q = 21 \text{ кВт/м}^2$ в течение двух секунд, т.е. импульс $Q = 42 \text{ кДж/м}^2$. Различают 4 степени ожогов человека тепловым излучением: первая, вторая, третья и четвертая при $Q, \text{кДж/м}^2$; 100–200; 200–400; 400–600 и более 600 соответственно. Смертельный исход для человека наступает при $Q = 600 \text{ кДж/ м}^2$ и более.

6.4.4 Поражающее действие осколков

Любой аварийный взрыв сопровождается образованием осколков, которые делятся на первичные – фрагменты тары, упаковки, вагона, контейнера, цистерны и другие и вторичные, возникающие от воздействия ВУВ.

Поражающее действие осколков будет зависеть от энергии, которой они обладают. Энергия зависит от массы, скорости осколков, т.е. $W = mV^2/2$. Статистика свидетельствует, что для ВВ в обычной

оболочке первичные осколки имеют массу не более 75 грамм (в 99%); масса 1–20 г составляет 50%. Начальная скорость осколков может составлять 1735–2378 м/с. Вторичные осколки также способны наносить значительный урон живым объектам. Так, при $\Delta P_{\phi} = 35$ кПа плотность летящих осколков может достигать 3500 шт. на квадратный метр при средней скорости перемещения предметов (стекло, камни, шлак, дерево и др.) порядка 50 м/с. Пороговая скорость осколка массой m , кг, по критерию тяжелого ранения человека $V_{пор} = 5 m^{-0,5}$

6.4.5 Оценка воздействия проникающей радиации, ЭМИ ядерного взрыва

В заключении этого раздела отметим, что поражающие факторы первичных взрывов могут значительно усиливаться за счет вторичных взрывов, вызванных пожарами или иными причинами (эффектом «домино»). Расчеты по оценке воздействия взрывов на объекты носят вероятностный характер, так как прогнозирование последствий идет с различными допущениями и упрощениями.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение взрыва?
2. Виды химического превращения взрывчатых веществ (ВВ)?
3. Классификация взрывчатых веществ?
4. Формы химического превращения ВВ?
5. Назовите поражающие факторы ядерного взрыва?
6. Дайте определение воздушной ударной волны?
7. Основные параметры ВУВ, характеризующие ее поражающие действия?
8. Основные параметры светового (теплового) излучения?
9. Дайте определение проникающей радиации?
10. Какой величиной оценивается поражающее действие проникающей радиации?
11. Дайте характеристику зон возможного радиоактивного заражения при ядерном взрыве (доза на внешней границе РАД)?
12. Что вызывает поражающее действие электромагнитного импульса?
13. Какой суммой давлений определяется общее давление при взрывах ГПВС в замкнутом объеме (помещении)?
14. Что происходит с облаком ГПСВ переобогащенным топливом?
15. Назовите основные критерии оценки поражающего действия ударной волны зданий и сооружений?
16. При какой величине избыточного давления (кПа) возможен летальный исход человека?
17. Дайте характеристику степеням ожогов человека тепловым излучением в зависимости от величины теплового потока?

7. АВАРИИ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

7.1 Радиация. Характеристика ионизирующих излучений

К радиационно-опасным объектам (РОО) относят предприятия ядерного топливного цикла ЯТЦ, конечной целью которых является выработка электроэнергии или тепла, а также хранилища ядерных отходов и различные учреждения, проводящие работы с радионуклидами, заводы по обогащению урана и другие. Наиболее опасным объектом ЯТЦ является ядерный реактор, который устанавливается на АЭС (атомных электростанциях), кораблях, подводных лодках и в НИИ. Известно, что ядерная энергия получается на использовании трех делящихся элементов – изотопов урана – 233, 235 и плутония – 239. Причем U – 233 и Pu – 239 получают искусственным путем в процессе ЯТЦ.

Аварии на РОО особо опасны с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду. По данным МАГАТЭ за период с 1971 г. по 2011 г. в 15 странах мира на АЭС имели место более 151 аварии различной тяжести (т.е. около 4 аварий в год). Но наиболее тяжелая по своим последствиям явилась Чернобыльская катастрофа 26.04.86 г. в СССР – авария на Чернобыльской АЭС, где произошел тепловой взрыв атомного реактора. В целом площадь территории, загрязненной цезием – 137 свыше 1 Ки/км², составила более 100 тыс. км² с населением около 4 млн. человек (данные 1991 г.). Катастрофы с атомными подводными лодками «Комсомолец», «Курск». Причины аварий традиционны:

- ошибки в проектах и дефекты;
- износ оборудования;
- коррозия;
- ошибки операторов;
- ошибки в эксплуатации и другие причины.

Возможны аварии в результате СБ, на ЖДТ при перевозках ядерных отходов, ядерных грузов и другие.

Последствия подобных аварий связаны с возникновением ряда ионизирующих излучений (ИИ), источником которых являются радиоактивные химические элементы (радионуклиды), которые образуются в реакторах. Напомним, что радиоактивность – это самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер, приводящее к образованию устойчивого ядра и сопровождающееся испусканием

ИИ. Она бывает естественная и искусственная (ядерная реакция). Естественная радиоактивность была всегда, есть и будет всегда. Она открыта в 1896г. А. Беккерелем, французским физиком.

В настоящее время установлены следующие основные виды естественных реактивных превращений ядер:

а) Альфа – распад (α – распад) → излучение ядер гелия ${}^2_2\text{He}$; сопровождается γ – излучением; называют α – излучением;

б) Бета – распад (β – распад) → излучение β^\pm (электронов и позитронов) при взаимных превращениях нейтронов в протон и наоборот, т.е. ${}_1^0\text{n}^- \beta^- \rightarrow \text{p}^+$ или $\text{p}^+ \beta^+ \rightarrow {}_1^0\text{n}^0$; сопровождается γ – излучением;

в) Электронный захват – захват ядром электрона с оболочки, образуется новый химический элемент с зарядом на единицу меньше;

г) Деление ядер, самопроизвольный распад ядра на два радиоактивных «осколка», сопровождается выделением 2–3 нейтронов и γ – излучением. Называют «нейтронным излучением».

Ионизирующими излучениями называют излучения, которые прямо или косвенно способны ионизировать среду (создать отдельные электрические заряды). К ним относят*: рентгеновское и γ – излучения, а также излучения, состоящие из потока заряженных (α^+ и β^\pm – частицы, протоны, тяжелые ядра отдачи) и незаряженных частиц (нейтронов). Кроме данных частиц при ядерных превращениях могут образовываться другие элементарные частицы, т.е. к ИИ относят:

- рентгеновское и γ – излучения;
- поток заряженных частиц – (α^+ , β^\pm , p^+ , ядра отдачи);
- поток нейтральных частиц ${}_1^0\text{n}^0$;
- частицы – π , μ , K – мезоны, мюоны и другие.

Рентгеновское и γ – излучение обладают высокой проникающей (γ – изл. в воздухе распространяется до 100 м, а в ткани до 15 см) и достаточной ионизирующей способностью и представляют основную опасность как источники внешнего облучения. Бета – частицы (электроны и позитроны) кратковременны в воздухе (до 3,8 м/МэВ), а в биоткани – до нескольких миллиметров. Эти частицы могут действовать на кожу дистанционно и контактным путем (при загрязнении одежды и тела). Альфа – частицы (ядра гелия) кратковременны в воздухе (до 11 см), в биоткани до 0,1 мм. Указанные

* Видимый свет и ультрафиолетовое излучение не относят к ИИ.

частицы обладают большой ионизирующей способностью. Они особенно опасны при попадании внутрь организма с воздухом, пищей. Заметим, что ионизирующая способность альфа и бета – частиц будет во многом зависеть от энергии, с которой они покидают «материнское» («дочернее») ядро. Так, α – частицы способны создать до 65000 пар ионов на 1 см пути, а β – частицы – 100–300 пар ионов на 1 см пути в воздухе; γ – кванты – за счет фотоэффекта способны косвенно создать 2–3 пары ионов на 1 см пути.

Проходя через среду (биологическую ткань) ИИ ионизируют ее, что приводит к физико - химическим или биологическим изменениям свойств среды (на атомно - молекулярном уровне). Живые клетки не переносят ионизацию. При ионизации живого организма нарушаются обменные процессы, нормальное функционирование нервной, эндокринной, иммунной, дыхательной, сердечно - сосудистой, пищеварительной и других систем. Технические устройства при ионизации теряют или изменяют свои свойства. Так, диоды, транзисторы, конденсаторы, оптические устройства и другие выходят из строя. Короче, все живое и неживое не «терпит» излишнего облучения, т.е. воздействия ИИ.

Облучение (воздействие ИИ) может быть внешним (на весь объект или отдельные его части) или внутренним (при попадании в организм с воздухом, водой, пищей).

7.2 Основные дозиметрические величины. Последствия облучения. Расчет дозы облучения. Ослабление излучений

Вся энергия, которой обладают ИИ, затрачивается на ионизацию объекта. Количественной ее мерой является доза излучения (облучения) – D . Ее производная – мощность дозы – P (отношение дозы к интервалу времени ее накопления). Величины и единицы измерения, используемые в дозиметрии ИИ, приведены в таблице 7.1.

Примечания: В практике дозиметрических измерений могут также широко использоваться:

- эффективная коллективная, полувековая и другие дозы;
- десятичные кратные и дольные части указанных единиц – дека, гекто, кило, мега, деци, санти, милли, микро и т.д.;
- активность – удельная (Бк/кг), объемная (мкКи/литр), поверхностная (мкКи/см²) или Ки/км² и другие.

Таблица 7.1

Основные дозиметрические величины и единицы их измерения

Величины и их символы	в СИ	Внесистемные	Соотношения между единицами
Активность, А – мера радиоактивности. Характеризует скорость ядерных превращений (распада) радионуклидов	Бк – беккерель	Ки – кюри	$1\text{Бк}=1\text{расп/с}=2,7\times 10^{-11}\text{ Ки}$; $1\text{Ки}=3,7\times 10^{10}\text{Бк}$
Экспозиционная доза, X – мера ионизации воздуха. Характеризует потенциальную возможность поля ИИ к облучению тел (вещества).	Кл/кг – кулон на килограмм	Р – рентген	$1\text{Кл/кг}=3,88\times 10^3\text{Р}$; $1\text{Р}=2,58\times 10^{-4}\text{ Кл/кг}=2,08\times 10^9$ пар ионов в 1 см^3 воздуха; $1\text{Р}=0,88\text{ рад}$ – в воздухе; $1\text{Р}=0,93\text{ рад}$ – в ткани
Поглощенная доза, Д – мера радиационного эффекта облучения. Характеризует энергию излучения, переданную телу определенной массы. Фундаментальная дозиметрическая величина	Гр – грей	Рад – рад (радиационная адсорбированная доза)	$1\text{Гр}=1\text{Дж/кг}=100\text{рад}$; $1\text{Рад}=100\text{эрг/г}=10^{-2}\text{Гр}$
Эквивалентная доза, Н – мера биологического эффекта облучения в зависимости от вида ИИ. Произведение поглощенной дозы данного вида излучения на соответствующий взвешивающий коэффициент. W_R – (взвешивающий коэфф. вида излучения) $H_i=W_{Ri} D_i$;	Зв – зиверт	Бэр – бэр (биологический эквивалент рада)	$1\text{Зв}=1\text{Гр}\cdot W=100\text{бэр}$; $1\text{Бэр}=1\text{Рад}\cdot W=10^{-2}\text{Зв}$; [*] $W_R^{(1)}(Q, K) = \begin{cases} 1 - \text{ для } \beta, \gamma \text{ и} \\ \text{рентген. излуч.} \\ 5 - 20 - \text{ для } n^- ; \\ 5 - \text{ для } p^+ ; \\ 20 - \text{ для } \alpha^+ . \end{cases}$
Эффективная доза, Е – мера риска возникновения отдаленных последствий облучения с учетом радиочувствительности различных органов. Сумма произведений эквивалентной дозы H_T в органе на соответствующий взвешивающий коэффициент W_T , $E=\sum W_T H_T$	Зв – зиверт	Бэр – бэр	$W_T = \begin{cases} 0,20 - \text{ гонады;} \\ 0,12 - \text{ костный мозг,} \\ \text{кишечник, легкие,} \\ \text{желудок;} \\ 0,05 - \text{ щит. железа} \\ \text{печень, пищевод,} \\ \text{гр. железа и др.;} \\ 0,01 - \text{ кожа и др.} \\ \sum W_T = 1. \end{cases}$
Мощность дозы – приращение дозы (поглощенной, эквивалентной, эффективной) за интервал времени к этому интервалу: $P=dD/dt$; $D = \int P(t)dt$			За единицу времени могут приниматься секунда, час, сутки, год: Гр/ч, Зв/ч, рад/с, и т.д.

Последствия облучения для людей могут быть самыми различными. Они во многом определяются величиной дозы

1) В некоторых источниках W_R определяется как коэффициент качества излучения и обозначается Q или K.

облучения и временем ее накопления. Возможные последствия облучений людей приведены в табл.7.2.

Таблица 7.2

Радиационные эффекты облучения

Телесные (соматические). Воздействие на облучаемого. Имеют дозовый порог	Вероятностные телесные (соматико-стохастические). Условно не имеют дозового порога	Гинетические. Воздействие на потомство. Условно не имеют дозового порога
Острая лучевая болезнь	Сокращение продолжительности жизни	Доминантные генные мутации
Хроническая лучевая болезнь	Лейкозы (скрытый период 7–12 лет)	Рецессивные генные мутации
Локальные лучевые повреждения	Опухоли разных органов (скрытый период до 25 лет и более)	Хромосомные абберрации.

Зависимость эффектов от дозы однократного (кратковременного) облучения человека представлена в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Зависимость эффектов от дозы однократного¹ (кратковременного) облучения человека

Д О З А		Э Ф Ф Е К Т
Грей	Рад	
50	5000	Пороговая доза поражения центральной нервной системы («электронная смерть»)
6,0	600	Минимальная абсолютно-смертельная доза
4.0	400	Средне-смертельная доза (доза 50% выживания)
1,5	150	Доза возникновения первичной лучевой реакции (в зависимости от дозы облучения различают четыре степени острой лучевой болезни: 100–200 рад – 1ст., 200–400 рад – 2 ст., 400–600 рад – 3 ст., свыше 600 рад – 4 ст.)
1,0	100	Порог клинических эффектов
0,1	10	Уровень удвоения генных мутаций

¹ Радиоактивное облучение, полученное в течение первых четырех суток, принято называть однократным, а за большее время – многократным. Доза радиации, не приводящая к снижению работоспособности (боеспособности) личного состава формирований (личного состава армии во время войны): однократная (в течение первых четырех суток) – 50рад; многократная: в течение первых 10-30 суток – 100рад; в течение трех месяцев – 200рад; в течение года – 300рад. Не путать, речь идет о потере работоспособности, хотя последствия облучения (см. табл.6.2) сохраняются.

Расчет дозы.

Установлено, что спад уровней радиации на местности (аналогично и активности) подчиняется зависимости (закону Вея – Вигнера, по имени английских физиков). $P_t = P_0(t / t_0)^{-n}$, (7.1) где P_0 и P_t – уровни радиации (мощности дозы) на местности на время t_0 и t ;

t_0 и t – время, прошедшее после взрыва (аварии реактора);

$n = 1,2$ – для ядерного взрыва; $0,4-0,5$ – для атомных реакторов.

Данная зависимость позволяет определить уровень радиации (мощность дозы) на любое время, прошедшее после взрыва (аварии), если уровень радиации (мощность дозы) была установлена (измерена) на какое – то время t_0 , прошедшее после аварии (взрыва).

Получаемая доза облучения по сути величина интеграла (площади), ограниченной кривой $P_t = f(t)$ и временами начала t_n и конца облучения t_k .

Если в зависимости (7.1) $t_0 = 1$ час, то $P_t = P_1 (t)^{-n}$. Так как $P = dD / dt$ (по определению), то

$$D = \int P(t)dt = \int_{t_n}^{t_k} P_1 t^{-n} dt = P_1 \int_{t_n}^{t_k} t^{-n} dt = \frac{P_1}{1-n} (t_k^{1-n} - t_n^{1-n}) \quad (7.2)$$

Если ввести дозовый коэффициент $K_{доз}$ равный:

$$K_{доз} = \frac{1}{1-n} (t_k^{1-n} - t_n^{1-n}),$$

полученная доза $D = P_1 \cdot K_{доз}$ (без учета воздействия среды на радиацию).

Исследуем зависимость (7.2).

1. Если $n = 1,2$

$$\begin{aligned} D &= \frac{P_1}{1-1,2} (t_k^{-0,2} - t_n^{-0,2}) = \frac{P_1}{-0,2} (t_k^{-0,2} - t_n^{-0,2}) = 5P_1 (t_k^{-0,2} - t_n^{-0,2}) = \\ &= 5P_1 (t_k t_k^{-0,2} - t_n t_n^{-0,2}). \end{aligned}$$

Но $P_1 t_n^{-1,2} = P_n$ и $P_1 t_k^{-1,2} = P_k$, тогда $D = 5P_n t_n - 5P_k t_k$ (7.3)

Если $t_k \rightarrow \infty$, то $P_k \rightarrow 0$ и $D_\infty = 5P_n t_n$, а если $t_n = 1$ час, то $D = 5P_1$,

т.е.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} D = 5P_1, \quad (7.4)$$

Вывод: Анализ формулы дает: если время после взрыва будет увеличиваться в 7^n раз, то мощность дозы на местности будет

уменьшаться в 10^n раз; максимальная доза облучения при длительном облучения не будет превышать 5 начальных мощностей и пределом ее является $5P_1$.

$$2. \text{ Если } n = 0,5, \text{ то, } D = \frac{P_1}{0,5} (t_k^{0,5} - t_H^{0,5}) = \frac{2P_1 (t_k^{0,5} - t_H^{0,5})}{K_{осл}} \quad (7.5)$$

т.е. спад уровней радиации на местности идет медленнее, чем после ЯВ.

7.3 Радиоактивное загрязнение местности. Радиационный фон. Основные нормативы по радиационной безопасности

Масштабы радиоактивного загрязнения местности (РЗМ) при аварии на АЭС (ЯВ) будут зависеть от типа реактора (в н/в два типа: ВВЭР – водоводяной энергетический реактор и РБМК – реактор большой мощности канальный), характера его разрушения и условий формирования источника загрязнения (для ЯВ – от вида и мощности взрыва).

При прогнозировании масштабов РЗМ при авариях выбирают самый наихудший вариант (тепловой взрыв реактора, неустойчивое состояние атмосферы). Заметим, что расчеты очень сложны и носят приближенный характер. Доказано, что уровни радиации на следе РЗМ монотонно убывают от оси следа и по его оси с удалением от реактора.

Зоны РЗМ и их характеристики представлены в таблице 7.4 (только для аварии реактора РБМК – 1000).

Заметим, что РЗМ (среды, воды, воздуха) помимо уровня радиации (мощности дозы) характеризуется: удельной концентрацией – мкКи/кг; Бк/кг и т.д.; объемной концентрацией – мкКи/м³, мкКи/л, Бк/см³ и т.п.; поверхностной концентрацией – Ки/км², мКи/см² и т.п. производными единицами. Естественно, что должны существовать какие-то предельно допустимые нормы загрязнения окружающей среды – поверхности, концентрации и т.д. В России действуют «Нормы радиационной безопасности» НРБ–99/2009 и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» – ОСПОРБ-99/2010 устанавливают: категории облучаемых лиц, основные пределы доз облучения и допустимые уровни для категорий облучаемых лиц и критических органов за год и другие.

Таблица 7.4

Характеристика зон РЗМ

Наименование зоны, индекс	Доза излучения за 1 год после аварии на границе зоны, рад			Мощность дозы через 1 час после аварии, рад/ч	
	внеш.	внутр.	в сере- дине	на внеш. границе	на внутр. границе
Радиационной опасности, М (красный цвет)	5	50	16	$1,4 \cdot 10^{-2}$	0,14
Умеренного загрязнения, А (синий цвет)	50	500	160	0,14	1,4
Сильного загрязнения, Б (зеленый цвет)	500	1500	866	1,4	4,2
Опасного загрязнения, В (коричневый цвет)	1500	5000	2740	4,2	14
Чрезвычайно опасн. загр., Г (черный цвет)	5000	-	9000	14	-

Таблица 7.5

Размеры зон загрязнения (глубина – ширина), км

Индекс зоны	Тип	
	РМБК – 1000	ВВЭР – 1000
М	270–18	155–8,8
А	75–3,9	30–1,2
Б	17,4–0,7	-
В	5,8–0,1	-
Г	-	-

Основные нормативы по радиационной безопасности.

Они регламентируются «Законом о радиационной безопасности» и НРБ – 99/2009 (в последующем можно их именовать просто нормами). Приведем некоторые из этих норм.

1. Установлены категории облучаемых лиц: а) персонал – это лица группы А (работающие с техногенными источниками) и группы Б (лица, находящиеся по условиям работы в сфере воздействия таких источников); б) все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

2. Годовая эффективная доза облучения не должна превышать 20 мЗв (2бэр) – для группы А и 1мЗв (0,1 бэр) – для населения или 100 бэр за 50 лет и 7 бэр за 70 лет жизни соответственно. Для лиц группы Б дозы не должны превышать ¼ значений для лиц группы А. Заметим, что в этот норматив не входит доза, получаемая от облучения радиационным фоном и медицинских исследований.

3. Повышенное аварийное облучение допускается только для мужчин старше 30 лет лишь при их письменном добровольном согласии и в пределах 100 мЗв (10 бэр) в год с разрешения территориальных органов госсанэпиднадзора и не более 200 мЗв (20 бэр) с разрешения Федеральных органов.

4. Мощность дозы излучения в жилом или рабочем помещении не должна превышать мощности дозы на открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/ч (30мкбэр/ч). Проживание и работа в таких помещениях недопустима. Если это превышение достигает 0,3 мкЗв/ч (30 мкбэр/ч), то должны быть проведены профилактические работы, направленные на снижение фона в помещении.

5. При радиационных авариях дозы облучения на все тело не должны превышать 1 Гр (100 рад) за двое суток. Принимаются меры срочного вмешательства (защиты).

6. При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследованиях годовая доза облучения не должна превышать 1 м³ в (0,1 бэр) для здоровых лиц. Радиационный фон. Он складывается из трех компонентов:

- космического излучения;
- излучения от рассеяных в почве, воздухе, воде естественных радионуклидов (особо К – 40; U – 238; Th – 232);
- излучения от искусственных радионуклидов, образовавшихся при испытаниях ядерного оружия и других случаях. Первые два компонента составляют естественный р/фон.

Выделяют, кроме этого, техногенный радиационный фон – выбросы от тепловых электростанций (при сгорании угля, нефти, газа), производства цемента, кирпича, добычи полезных ископаемых и т.д. От радиационного фона люди получают облучение как внешнее, так и внутреннее. Радиационный фон земли не является постоянным. Он изменяется в связи с циклическими колебаниями космического фона (в том числе колебаниями солнечной активности) и геологическими процессами (интенсивностью вулканической деятельности и др. преобразованиями). Есть на земле районы, где радиационный фон особенно повышен. В пределах Москвы фон

составляет 8–14 мкР/ч. Структура доз, получаемых населением от различных источников неаварийного облучения в течение года приведена в табл. 7.3. Данные даются по эффективной дозе.

В заключение о действии ИИ приведем следующие данные. Вероятность возникновения соматико - стохастических эффектов (злокачественных опухолей) в среднем оценивается (по данным международной комиссии по радиационной защите – МКРЗ) в 125 случаев на 10^4 чел. (1 млн чел. бэр) т.е., если каждый из 1 млн. человек получил дозу 1 бэр или 10 тыс. – 1 Зв, то среди них можно ожидать дополнительно 125 случаев злокачественных опухолей за весь латентный (скрытый) период их реализации.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет из себя β -излучение?
2. Назовите виды радиоактивности?
3. Какой количественной мерой измеряется поглощенная доза излучения?
4. Назовите однократную дозу облучения (рад) при которой наступает 2 степень острой лучевой болезни?
5. Дайте характеристику зон радиоактивного загрязнения местности при аварии АЭС: мощность дозы через 1 час на внешней границе зоны, рад/ч?
6. Из каких компонентов состоит естественный радиационный фон?
7. Назовите допустимую дозу облучения (Гр, рад) на все тело за 2-е суток?
8. Назовите величину дозы повышенного аварийного облучения (мЗв, бэр) за год, которая допускается с разрешения территориальных органов Госсанэпиднадзора за год?

8. АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

8.1 Аварийно химически опасные вещества (АХОВ): понятие, характеристика, перевозка

В настоящее время известно более 70 тыс. химических веществ, из которых ≈ 700 имеют первостепенное значение. Они производятся или используются промышленностью. К сожалению, часть из хим. веществ являются вредными и опасными в той или иной степени для здоровья людей и экологии. Они токсичны, т.е. способны оказывать поражающее действие на организм. Однозначно определить перечень всех опасных химических веществ* достаточно сложно. Подобные вещества имеют различные физико-химические и токсические свойства, условия их производства, хранения, перевозки и применения разнообразны.

В токсикологии и практике охраны труда используется понятие «вредные вещества». Под ними понимаются вещества, которые при контакте с организмом человека в случае небрежного обращения с ними могут вызвать различные отклонения в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений. ГОСТ 12.1007-76 ССТБ устанавливает перечень таких веществ и определяет порядок и допустимые пределы работы с ними. Заметим, что этот стандарт не распространяется на вредные вещества, содержащие радиоактивные и биологические вещества.

В практике ГО и ЧС из всех опасных химических веществ (ОХВ) выделяют лишь те, которые могут привести к возникновению ЧС, т.е. создать очаг массового поражения. Их именуют АХОВ**. В свою очередь из состава АХОВ выделяют наиболее токсичные и летучие вещества, которые способны поражать людей ингаляционным путем АХОВИД***. Перечень АХОВ включал 107 наименований, с 1993г. – 34 наименования. В настоящее время перечень АХОВИД включает 21 наименование.

Выброс (разлив, утечка) АХОВ в окружающую среду влечет за собой образование хим. аэрозольного облака, которое может привести к появлению трех видов опасности: а) пожару; б) взрыву; в) токсическому воздействию (поражению).

* Опасное хим. вещество – вещество прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель (ГОСТ Р22.0.05 - 94).

** АХОВ – это ОХВ, применяемое в производстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах) (ГОСТ Р22.9.05-95).

*** АХОВИД – аварийно химически опасное вещество ингаляционного действия, т. е. это АХОВ, при выбросе (разливе) которого может произойти массовое поражение людей ингаляционным путем (ГОСТ Р22.9.05-95).

Наиболее крупная катастрофа в мире, связанная с утечкой АХОВ в атмосферу (утечка метилизоцианата, применяемого для производства удобрений) произошла в 1984 г. в Бхопале (Индия). Всего в катастрофе пострадало свыше 300000 человек, в т.ч. погибло 3125 человек, более 20000 получили инвалидность. Глубина зоны химического заражения (ЗХЗ) составляла свыше 12 км.

Таким образом, химическая опасность обусловлена наличием АХОВ и химически опасных объектов (ХОО), которые производят или применяют АХОВ в технологии (например, хлор для очистки воды).

Химически опасные объекты – это предприятия химической промышленности, нефтеперерабатывающей и других родственных им отраслей, предприятия, имеющие холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак, очистительные сооружения, в которых используется хлор, ЖДТ при перевозке, разгрузке и хранении АХОВ и других.

АХОВ – опасные химические вещества (ОХВ), при выбросе (разливе, утечки) которых может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах). Аварии с подобными веществами могут привести к: токсическому поражению, пожарам, взрывам. Токсические и физико-химические свойства АХОВ разнообразны и зависят от: агрегатного состояния; растворимости; плотности; летучести; температуры кипения; теплоты испарения; температуры замерзания, вспышки, воспламенения и другие.

Таблица 8.1

Классификация АХОВ по степени воздействия на организм человека

Показатель	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	менее 15	15-150	151-5000	более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	менее 100	100-500	501-2500	более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	менее 500	500-5000	5001-50000	более 50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300-30	29-3	менее 3,0
Зона острого действия	менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	более 54,0
Зона хронического действия	более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	менее 2,5

Примечание:

1. Коэффициент возможности ингаляционного отравления равен отношению максимально допустимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации вещества для мышей при двухчасовом воздействии.

2. Зона острого действия – это отношение средней смертельной концентрации АХОВ к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма.

3. Зона хронического действия – это отношение минимальной пороговой концентрации, вызывающей изменения биологических показателей на уровне целостного организма к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие.

Таблица 8.2

Классификация АХОВ по преимущественному синдрому, складывающемуся при острой интоксикации

№	Наименование группы	Характер действия	Наименование АХОВ
1	Вещества с преимущественно удушающим действием	Воздействие на дыхательные пути человека	Хлор, фосген, хлорпикрин
2	Вещества преимущественно общеядовитого действия	Нарушают энергетический обмен	Окись углерода, цианистый водород
3	Вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием	Отек легких при ингаляционном воздействии и нарушают энергетический обмен при резорбции	Амил, акрилметрил, азотная кислота, окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород
4	Нейротропные яды	Действуют на генерацию, проведение и передачу нервного импульса	Сероуглерод, тетраэтилсвинец, фосфорорганические соединения
5	Вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием	Вызывают токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы	Аммиак, гептил, гидразин и др.
6	Метаболические яды	Нарушают процессы метаболизма вещества в организме	Окись этилена, дихлорэтан
7	Вещества, нарушающие обмен веществ	Вызывают заболевания с чрезвычайно вялым течением и нарушают обмен веществ	Диоксин, полихлорированные бензофураны, галогенизированные ароматические соединения и др.

Различают токсодозы при оценке токсичности веществ при ингаляционном или кожно-резорбтивном воздействиях как:

- средняя смертельная токсодоза (вызывает гибель 50% пораженных);
- средняя выводящая из строя токсодоза (приводит к выводу из строя 50% пораженных);
- средняя пороговая токсодоза (вызывает начальные симптомы поражения у 50% пораженных);
- средняя смертельная доза при однократном введении в желудок (или нанесении на кожу человека).

Некоторые характеристики АХОВ приведены в табл. 8. 1 и 8. 2

Пути поражения организма. Поражающее воздействие АХОВ на людей обусловлено их способностью при проникновении в организм нарушать его нормальную деятельность, вызывать болезненное состояние, а в определенных условиях приводить к летальному исходу. При воздействии АХОВ возможны и генетические последствия.

Пути поражения:

- ингаляционный – воздействие через органы дыхания;
- пероральный – воздействие через желудочно - кишечный тракт;
- кожно-резорбтивный – воздействие через кожные покровы.

Отсюда АХОВ можно характеризовать по характеру воздействия на организм как ингаляционного, перорального и кожного воздействия. Из других характеристик АХОВ отметим такие как летучесть, растворимость, температура кипения и другие.

В результате многократного воздействия АХОВ небольшими дозами возможны хронические отравления.

Оценка воздействия АХОВ на организм.

1. Концентрация C , предельно допустимая концентрация (ПДК) АХОВ в среде. Она выражается для веществ:

- мг/м³ – газообразных;
- мг/л – жидких;
- мг/кг массы тела человека – твердых.

Под ПДК понимают концентрацию, которая при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Различают концентрацию АХОВ: пороговую – РС начальные признаки обнаружения различными органами; выводящую из строя – IC; среднюю смертельную – LC50, смертельную LC100 с 50% и 100% смертельным исходом. LC50 – это концентрация вещества,

вызывающая гибель 50% пораженных при 2–4 часовом ингаляционном воздействии (определяется по белым мышам при 2-х часовой экспозиции).

2. Токсическая доза (токсодоза). Доза – это количество токсического вещества, поглощенного организмом за определенное время, или попавшего на кожный покров и находящегося на нем в течение определенного времени. Токсодоза, D – это доза вещества, вызывающая определенный токсический эффект, т.е. определенную степень поражения организма человека.

$$D = C \cdot t \text{ (более строго } D = \int_{t_n}^{t_k} C(t) dt \text{)}$$

где: D – токсодоза, г·мин/ м³ (мг·мин/л);

C – концентрация АХОВ, г/ м³ (мг/л);

t – время воздействия АХОВ, мин.

Находят применение на практике следующие варианты токсодоз: пороговая (РД), вызывающая начальные признаки поражения; выводящая из строя (ИД), вызывающая выведение из работоспособного состояния определенного процента пораженных; смертельная (летальная) токсодоза (ЛД) или средняя смертельная токсодоза.

Обычно рассматриваются токсодозы, характеризующиеся 100% исходом (ЛД100, РД100, ИД100) и 50% исходом (ЛД50, РД50, ИД50) или средние (средняя смертельная, средняя годовая, средняя выводящая из строя).

Критерии отбора к АХОВ. Ни один из критериев однозначно и полно не может охарактеризовать опасное хим. вещество. Поэтому критерии могут дополняться, часть из них может носить временный характер.

1. Предельно допустимая концентрация АХОВ в среде (воздухе, воде, продуктах и т.д.); концентрация и токсодоза. Чаще применяется средняя смертельная концентрация АХОВ в воздухе (LC50) и средняя смертельная доза ЛД50 (она может различаться при попадании в желудок, на кожу). В промышленной токсикологии к АХОВ относят вещества, средние смертельные дозы которых для человека не превышают 100 мг/кг массы человека. Заметим, что средняя токсодоза зависит от путей попадания в организм. Так, газообразные АХОВ, поступающие в организм через дыхательные пути, проявляют свое действие значительно быстрее, чем жидкие и твердые, поступившие через рот или кожу.

2. «Коэффициент возможного ингаляционного отравления» (КВИО).

$$\text{КВИО} = \text{Смакс}/\text{LC50},$$

где Смакс –максимально достижимая концентрация паров вещества в воздухе при $t = 20^\circ\text{C}$;

LC50 – средняя смертельная концентрация их в воздухе (определена для белых мышей при 2-х часовой экспозиции).

По ГОСТ 12.1.007-76 коэфф. позволяет разделить АХОВ по ингаляционной опасности на 4 класса:

I класс (чрезвычайно опасные) КВИО > 300 ($<0,003$);

II класс (высоко опасные) КВИО = $299-30$ ($0,003-0,03$);

III класс (умеренно опасные) КВИО = $29-3$ ($0,03-0,3$);

IV класс (малоопасные) КВИО <3 ($>0,3$).

3. Физические свойства вещества и гл. образом его летучесть. Летучесть способствует образованию в воздухе высоких концентраций паров. Так, аммиак относится к 4 классу опасности, но его летучесть очень высока, что заставляет отнести его к первоочередным опасным веществам. Поэтому класс опасности аммиака как груза – второй.

4. Размеры запасов АХОВ на объектах или частоту их транспортирования. Они могут определять масштабы возможного химического заражения при возникновении ЧС.

По токсичному действию на организм человека АХОВ подразделяются на группы.

1. Удушающего действия (хлор и его соединения, соединения фосфора и др.).

2. Общеядовитого действия (синильная кислота, оксид углерода, динитрофенол и др.).

3. Нейротропные яды (вещества, действующие на образование и передачу нервных импульсов – сероуглерод, фосфор – органические соединения и др.).

4. Метаболические яды (этиленоксид, метилбромид, метилхлорид и др.).

5. Комбинированного действия (общеядовитого и удушающего – сернистый ангидрид, сероводород, оксиды азота, и др.).

6. Удушающего нейротропного действия (аммиак).

АХОВ могут храниться и перевозиться следующими способами (в агрегатных состояниях) при условиях:

1. Сжиженными при окружающей температуре под давлением собственных паров ($6-18$ кгс/см², до 1,8 МПа).

2. Изотермическое хранение ($t = \text{const}$ под давлением близким к атмосферному).

3. В сжатом состоянии (при температуре окружающей среды и давлении до 30 кгс/см^2 – до 3 МПа).

4. В жидком состоянии (при температуре окружающей среды и нормальном давлении). Форма емкостей для хранения и перевозки различна – шаровая для сжатых газов, вертикальные и горизонтальные цилиндры. Нормативный коэффициент заполнения от $0,8$ – $0,9$ ($0,95$).

8.2 Зона химического заражения.

При утечке (выбросе) АХОВ могут образовываться зоны химического заражения (ЗХЗ). В этой зоне могут оказаться соседние объекты, жилые кварталы, поселки и т.д. ЗХЗ АХОВ будет включать участок разлива (утечки), территорию и воздушное пространство над ней, где распространились пары этих веществ с пороговыми концентрациями. При утечке (выбросе, разливе) могут образовываться первичное и вторичное облака. Первичное облако образуется при мгновенном – 1 – 3 мин. – переходе в атмосферу части вещества с емкости при разрушении. Вторичное облако образуется в результате испарения разлившегося вещества. Заметим, что сжатые газы образуют первичное облако; сжиженные газы – первичное и вторичное облака; жидкости – вторичное облако, если температура их кипения выше окружающей среды. Таким образом, все зависит от агрегатного состояния АХОВ ко времени аварии.

ЗХЗ характеризуется: типом АХОВ; глубиной и площадью заражения; продолжительностью поражающего действия АХОВ; количеством очагов поражения; степенью заражения. Конфигурация и размеры ЗХЗ зависят от: агрегатного состояния и количества АХОВ; характера разлива жидких веществ; метеоусловий – $t_{\text{возд}}$, $V_{\text{в}}$, степени вертикальной устойчивости атмосферы; рельефа местности на пути распространения облака.

Разлив АХОВ может быть:

– свободный (толщина слоя жидкости h принимается равной $0,05$ м);

– в «поддон» или «обваловку» (толщина слоя $h = H - 0,2$, где H – высота поддона).

Метеорологические условия принимаются на высоте 10 м (высота флюгера). Различают 3 степени вертикальной устойчивости

воздуха: инверсия (твозд у земли холоднее верхних слоев, т.е. температура с высотой повышается); изотермия (стабильное равновесие воздушных слоев); конвекция (нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних слоев и температура с высотой понижается).

Степень заражения среды характеризуется концентрацией (г/м^3) или плотностью (г/м^2) заражения. Продолжительность сохранения неизменными метеоданных составляет 4 часа.

8.3 Ликвидация последствий химических аварий

Руководство работами по ликвидации последствий аварий возлагается на КЧСиПБ. Естественно, что эта работа должна вестись по разработанному или уточненному плану и может включать комплекс мероприятий, стержневое содержание которых включает:

1. Выявление и оценку последствий аварии (проведение химической и инженерной разведки, установление истинного масштаба аварии, составление уточнение плана работ по ликвидации последствий аварии).

2. Ведение АСДНР (спасение людей и оказание первой помощи пострадавшим с последующей эвакуацией их в медицинские учреждения, локализация последствий аварии – перекрытие кранов, задвижек, наложение бандажей, хомутов, заглушек, перекачка жидкостей в резервные емкости, устройство перемычек, запруд, поглощение жидких веществ сыпучими адсорбентами; создание водяных, паровых и огненных завес для газов, обесточивание электро, - газовых и других транспортных коммуникаций, тушение пожаров, расчистка путей и т.д.).

3. Проведение специальной обработки техники, оборудования и других материальных средств.

4. Санитарную обработку людей.

В заключении отметим, что ликвидация последствий считается законченной после положительного заключения санитарно - эпидемиологической службой, о чем составляется специальный документ.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение АХОВ?
2. Назовите виды токсодоз при ингаляционном поражении?
3. Назовите основные оценочные показатели воздействия АХОВ на организм?
4. Классификация АХОВ по токсическому действию на организм человека?
5. Что включает зона химического заражения АХОВ?
6. Дайте характеристику первичного облака химического заражения АХОВ?
7. Дайте характеристику вторичного облака химического заражения АХОВ?
8. Что образуют емкости со сжатым газом?
9. Что образуют емкости со сжиженным газом?
10. Что образуют емкости с жидкостью с t_0 кипения выше окружающей среды?
11. Какие задачи возлагаются на КЧСиПБ?
12. Назовите степени вертикальной устойчивости воздуха?

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

9.1 Формы обучения

Основу образовательного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий составляет целенаправленная и контролируемая интенсивная учебная самостоятельная работа обучающихся, которые, имея комплект специальных средств обучения, средства коммуникации и согласованную возможность опосредованного контакта с преподавателем, могут обучаться в удобном для них месте и в удобное время по индивидуальному плану.

Образовательный процесс построен на самостоятельном изучении дисциплины с использованием электронного учебно-методического комплекса (далее – ЭУМК), который содержит учебный план, рабочий учебно-тематический план, рабочую программу учебной дисциплины, учебное пособие, курс лекций, методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся, материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения промежуточных и итоговых аттестаций (рисунок 9.1).

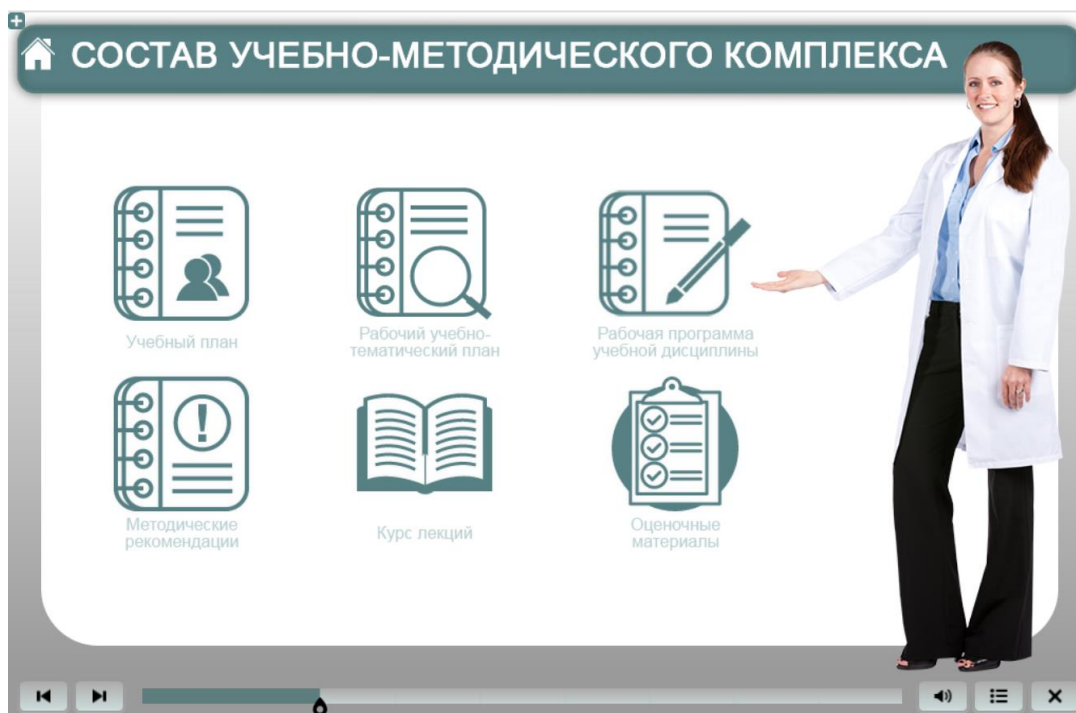


Рисунок 9.1 – Состав электронного учебно-методического комплекса

Курс обучения по дисциплине, как правило, строится на модульной основе. Каждый модуль – это стандартный учебный продукт, включающий четко обозначенный объем знаний и умений, предназначенный для изучения в течение определенного времени, или – зачетная единица, качество работы с которой фиксируется письменными работами, а также тестовыми, зачетными и экзаменационными средствами.

Учебный курс может предусматривать следующие формы учебных занятий:

1) Самостоятельная работа, которая включает в себя:

– изучение инструкции по работе в системе дистанционного обучения;

– изучение методических рекомендаций по организации самостоятельной работы обучающихся;

– изучение учебного материала курса;

– тест-тренинг (тест-тренажеры) который предназначен для осмысления и закрепления пройденного материала и для подготовки к рубежному и итоговому контролю знаний;

– изучение методики выполнения практической работы;

– подготовка к практическим занятиям;

– повторение материала.

2) Тестирование:

– входной контроль знаний обучающихся, проводится преподавателем или учебным отделом в начале изучения дисциплины, профессионального модуля и его составляющих с целью выстраивания индивидуальной траектории обучения на основе контроля их знаний, умений и навыков;

– контрольное электронное самотестирование после каждой лекции (ответ на вопросы тестового задания и просмотр результата без оценки);

– рубежный контроль знаний (промежуточный зачет) обучающихся является контрольной точкой по завершению отдельного раздела дисциплины, профессионального модуля и его составляющих, имеющих логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам обучения и проводится с целью комплексной оценки уровня освоения учебного материала;

– итоговый контроль знаний обучающихся – электронное тестирование на оценку.

3) Вебинар (онлайн-семинар или веб-конференция):

- изучение инструкции по участию в онлайн-семинаре или веб-конференции;
- изучение учебного материала по теме онлайн-семинара;
- формулировка ответа на вопрос онлайн-семинара, отсылка преподавателю или в форум своего выступление, ответа;
- анализ замечаний преподавателя, анализ ответов других участников онлайн-семинара;
- обсуждение выполненных индивидуальных заданий и хода подготовки итоговой аттестационной работы.

4) Выполнение индивидуальных заданий:

- выбор индивидуального задания по теме;
- разработка и оформление задания;
- отсылка индивидуального задания преподавателю по e-mail;
- анализ полученных замечаний, коррекция индивидуального задания;
- отсылка исправленного варианта преподавателю.

5) итоговая аттестационная работа:

- подготовка итоговой аттестационной работы в соответствии с методическими рекомендациями;
- отсылка итоговой аттестационной работы преподавателю.

6) Защита итоговой аттестационной работы:

- подготовка презентации доклада;
- проведение доклада;
- дискуссия (вопросы обучающихся, выступление оппонентов);
- подведение итогов.

7) Анкетирование обучающихся:

- заполнение анкеты;
- отсылка анкеты администратору системы дистанционного обучения.

8) Электронная консультация:

- формулировка вопросов к преподавателю по разрешению возникающих вопросов;
- анализ ответов преподавателя.

Формы учебных занятий определяются преподавателем, исходя из специфики дисциплины, и указываются в разделе «Календарный план».

9.2 Состав ЭУМК, размещаемого на сайте <http://idpo.nrcerm.ru>

Для удобства применения ЭУМК по дисциплине в процессе обучения разделен на следующие разделы:

1) Методический раздел. В этом разделе содержится аннотация курса, информация об авторах, учебный план, рабочий учебно-тематический план, рабочая программа учебной дисциплины, методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся, материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения промежуточных и итоговых аттестаций.

2) Учебный раздел – включает в себя: лекционный материал по темам курса, учебные пособия, тест-тренажеры для подготовки к рубежному и итоговому контролю знаний (тестированию), презентации и другие учебные материалы.

3) Контрольный раздел:

– материалы для текущего контроля, т. е. вопросы для самоконтроля и подготовки к тестированию по каждой теме курса, размещенные сразу после соответствующей лекции в количестве 5–10 тестовых вопросов;

– тесты рубежного контроля знаний по каждому модулю учебной дисциплины в количестве 25–45 тестовых вопросов, размещенные на сайте после каждого модуля дисциплины;

– практические задания (задачи), творческие и проблемные задания, темы рефератов и т. п.;

– материалы для итогового контроля – вопросы для подготовки к зачету или экзамену (в соответствии с учебным планом), тесты итогового контроля знаний.

Переход по разделам на сайте осуществляется по соответствующим гиперссылкам.

9.3 Порядок изучения дисциплины

Образовательный процесс с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием системы «Прометей», ориентированной прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и обучающимся на сайте <http://idpo.nrcerm.ru> (рисунок 9.2).

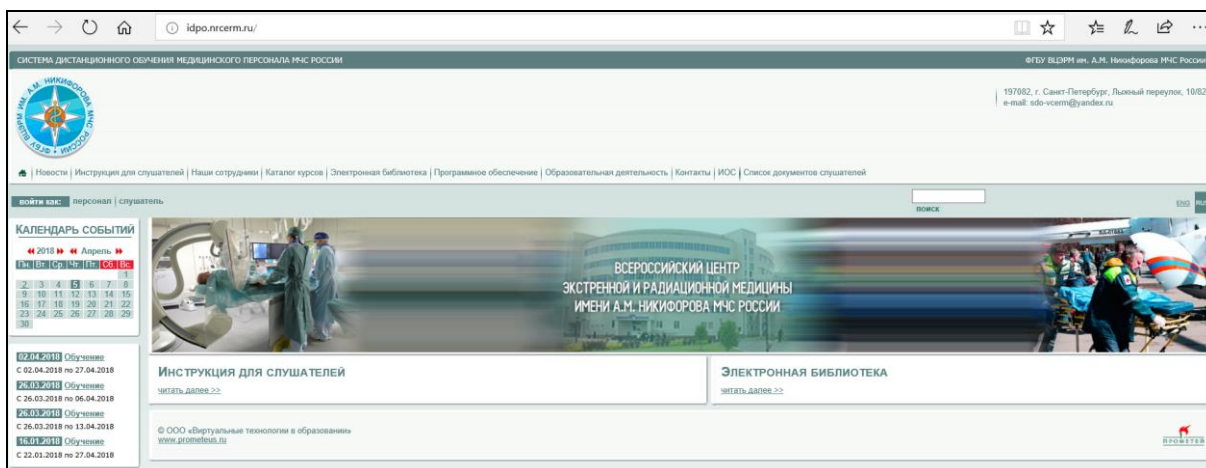


Рисунок 9.2 – Учебный портал

Вход в систему осуществляется по логину и паролю, присланному администратором системы на электронный адрес обучающегося.

Доступ обучающихся к образовательным ресурсам осуществляется в удобное для них время и в устраивающем их месте.

До входа в систему обучающимся необходимо обязательно изучить рекомендации по работе в системе дистанционного обучения, размещенные во вкладке «Инструкция для обучающихся» на главной странице учебного портала (рисунок 9.3).



Рисунок 9.3 – Инструкция для обучающихся

Навигация по разделам сайта осуществляется по гиперссылкам.

Изучение дисциплины осуществляется в соответствии с графиком, определяющим последовательность освоения учебного материала, формы и сроки отчетности. График размещается в системе дистанционного обучения во вкладке «ОБУЧЕНИЕ/календарные планы» (рисунок 9.4).

МЕРОПРИЯТИЯ							
Календарный план/Радиационная безопасность в медицинских организациях (72 часа)/Мероприятия							
Полужирным выводится оцениваемые события							
№	Наименование	Тип	Дата	Оценка	Пройдено	Успешно	Свойства
1.	Регистрация в СДО	орг. мероприятие	26.03.2018-26.03.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
2.	Изучение инструкции для слушателей СДО	орг. мероприятие	26.03.2018-26.03.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
3.	Входной контроль	тест	26.03.2018-27.03.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
4.	Самостоятельное изучение дисциплины	обмен файлами	27.03.2018-08.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
5.	Рубежный контроль знаний 1	тест	30.03.2018-31.03.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
6.	Рубежный контроль знаний 2	тест	03.04.2018-04.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
7.	Рубежный контроль знаний 3	тест	09.04.2018-10.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
8.	Очная часть обучения	лекция	09.04.2018-11.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
9.	Очная часть обучения	семинар	09.04.2018-11.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
10.	Итоговый контроль знаний	тест	12.04.2018-12.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
11.	Итоговая аттестация	экзамен	12.04.2018-12.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑
12.	Оформление документов	орг. мероприятие	13.04.2018-13.04.2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑

Рисунок 9.4 – Календарные планы

Основными формами общения в системе дистанционного обучения преподавателя и обучающихся, а также обучающихся между собой являются вебинар, электронная консультация, обычная консультация (в соответствии с графиком консультаций кафедры).

Используемая для реализации образовательных программ система дистанционного обучения «Прометей» позволяет осуществлять обратную связь и виртуальное общение субъектов учебного процесса с помощью электронной почты, обмена файлами (сообщениями), чата и форума.

Непосредственная учебная деятельность обучающихся представляет собой:

- работу с теоретическими учебными и методическими материалами, представленными в системе дистанционного обучения;
- выполнение практических заданий;
- выполнение тестовых и иных заданий для самоконтроля и контроля знаний;
- участие в мероприятиях с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий: вебинары, коллоквиумы, индивидуальные и групповые консультации в режиме offline и online;
- прохождение текущей, промежуточной и итоговой аттестаций.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний обучающимся рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

- самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы;

- регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;
- по завершению самостоятельной работы над темами дисциплины пройти примерный вариант предложенной формы контроля.

9.4 Система оценки результатов освоения программы

Обучение с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий считается успешно завершенным при следующих условиях:

- выполнен на оценку не ниже 3 баллов тест входного контроля знаний;
- изучен представленный лекционный материал;
- выполнены тесты для самопроверки по всем темам дисциплины;
- изучен нормативный материал и учебная литература по дисциплине;
- выполнены на оценку не ниже 3 баллов задания всех семинарских (практических) занятий;
- выполнены на оценку не ниже 3 баллов тесты рубежного контроля знаний по каждому из модулей дисциплины;
- выполнен на оценку не ниже 3 баллов тест итогового контроля знаний по дисциплине.

Для оценки тестовых заданий, выполняемых обучающимися, решением кафедры установлены следующие критерии:

- оценка «отлично»: 89–100% правильных ответов;
- оценка «хорошо»: 77–88% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно»: 65–76% правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно»: менее 65% правильных ответов;
- оценка «зачтено»: 65–100% правильных ответов;
- оценка «не зачтено»: менее 65% правильных ответов.

Зачет или экзамен по дисциплине проводится в устной форме (по билетам), если иное не предусмотрено решением кафедры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема обеспечения безопасности жизнедеятельности в настоящее время становится все более актуальной и наше общество начинает осознавать, что дальнейшее развитие человечества и технический прогресс требуют от каждого человека более высокого уровня знаний и культуры в указанной области. Эффективное управление безопасностью человека, общества и государства необходимо осуществлять через социальную сферу, через согласованное поведение людей и четко регламентированные социальные нормы, законы, правила, традиции, науку и политику. Ведущую роль здесь играют такие факторы, как воспитание культуры безопасного поведения человека и формирование здорового образа жизни.

Эти вопросы имеют большое значение для нашей страны, так как Россия в настоящее время находится на новом этапе своего исторического развития: реформируются основы государственного устройства и управления, осуществляется процесс переоценки национальных ценностей и согласования интересов личности, общества и государства, совершенствуются социально-экономические и политические связи и отношения.

Соблюдение основных принципов обеспечения безопасности, формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается овладение личностью профессиональными, общекультурными компетенциями для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, изучение основных опасностей и угроз на территории России, чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени и их поражающих факторов, должно стать нормой жизнедеятельности каждого человека, всего общества и государства.

Материалы, представленные в учебно-методическое пособие призваны интегрировать знания, необходимые для обеспечения комфортного состояния и безопасности человека во взаимодействии со средой обитания. Унификация структуры учебно-методических ресурсов, средств обучения и контроля знаний, является необходимым условием для обеспечения качества и доступности образования в современном информационном обществе.

Эффективное использование этих знаний позволит существенно сократить людские потери от нарушения здорового образа жизни, пренебрежения опасностями, нерационального выбора условий проживания. Умелое использование этих знаний даже при наличии эко-

номических трудностей в стране позволяет создавать для человека малоопасные жизненные условия, гарантирующие ему сохранение здоровья и максимально возможную продолжительность жизни.

Основная задача, поставленная авторами электронного учебно-методического пособия – вооружить обучающихся теоретическими знаниями и практическими навыками по основам обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Российской Федерации от 21.02.92 № 2395-I «О недрах». URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343 (дата обращения: 04.04.2018).

2. Федеральный закон от 21.12.94 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295 (дата обращения: 04.04.2018).

3. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». URL:<http://base.garant.ru/10103955> (дата обращения: 04.04.2018).

4. Федеральный закон от 22.08.95 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя». URL:<http://base.garant.ru/10104543/> (дата обращения: 04.04.2018).

5. Федеральный закон от 09.01.96 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». URL:<http://base.garant.ru/10108778> (дата обращения: 04.04.2018).

6. Федеральный закон от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». URL:<http://base.garant.ru/11900785> (дата обращения: 04.04.2018).

7. Федеральный закон от 12.02.98 № 28-ФЗ «О гражданской обороне». URL:<http://base.garant.ru/178160> (дата обращения: 04.04.2018).

8. Федеральный закон от 04.05.99 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». URL:<http://base.garant.ru/12115550> (дата обращения: 04.04.2018).

9. Федеральный закон от 06.03.2006 № 35-ФЗ «О противодействии терроризму». URL:<http://base.garant.ru/12145408> (дата обращения: 04.04.2018).

10. Федеральный закон от 28.06.07 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (дата обращения: 04.04.2018).

11. Федеральный закон от 01.12.07 № 309-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». URL:<http://base.garant.ru/12115118> (дата обращения: 04.04.2018).

12. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности». URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108546 (дата обращения: 04.04.2018).

13. Постановление Правительства РФ от 24.07.1995 № 738 «О Порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7358 (дата обращения: 04.04.2018).

14. Постановление Правительства РФ от 10.03.99 № 263 «Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте». URL:<http://base.garant.ru/12114758> (дата обращения: 04.04.2018).

15. Постановление Правительства РФ от 02.11.2000 № 841 «Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны». URL: <http://base.garant.ru/182661> (дата обращения: 04.04.2018).

16. Постановление Правительства РФ от 30.12.03 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». URL: <http://base.garant.ru/186620> (дата обращения: 04.04.2018).

17. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2006. 64 с.

18. ГОСТ Р 12.0.006-2002 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Общие требования к управлению охраной труда в организации. М.: Госстандарт России, 2002. 25 с.

19. Белов С.В. С.В. Безопасность жизнедеятельности. Терминология / Белов, В.С. Ванаев, А.Ф. Козьяков. Учебное пособие. – М.: КноРус, 2016. – 400 с.

20. Голован Ю.В. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Организационные основы / Ю.В. Голован, Т.В. Козырь. Учебно-методический комплекс. – М.: Проспект, 2016. – 220 с.

21. Каменская Е.Н. Безопасность жизнедеятельности и управление рисками / Е.Н. Каменская. Учебное пособие. – М.: РИОР, Инфра-М, 2016. – 252 с.

22. Каракеян В.И. Безопасность жизнедеятельности / В.И. Каракеян, И.М. Никулина. Учебник и практикум. – М.: Юрайт, 2015. – 330 с.

23. Колесниченко П.Л. Безопасность жизнедеятельности / Колесниченко П.Л. и др. Учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 544 с.
24. Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Практикум / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. Учебное пособие. – М.: КноРус, 2016. – 156 с.
25. Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. Учебник. – М.: КноРус, 2017. – 248 с.
26. Котенко П.К. Организационные аспекты медицинского обеспечения пострадавших в чрезвычайных ситуациях: Victims in emergency Situations. Management, Trauma and PTSD. Pharmacology, Rehabilitation, Innovations / П.К. Котенко, Р.Н. Лемешкин. Нью-Йорк, 2014. С. 43-128.
27. Левчук И.П. Медицина катастроф. Курс лекций / И.П. Левчук, Н.В. Третьяков. Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 240 с.
28. Левчук И.П. Безопасность жизнедеятельности / И.П. Левчук, Г.Б. Богословов, М.В. Костюченко, А.П. Назаров. Учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 304 с.
29. Монинец С.Ю. Принципы функционирования системы управления в чрезвычайных ситуациях / С.Ю. Монинец. Учебное пособие. – М.: Форум, Инфра-М, 2016. – 104 с.
30. Рогозина И.В. Медицина катастроф / И.В. Рогозина. Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 152 с.
31. Юртушкин В.И. Чрезвычайные ситуации. Защита населения и территорий. – М.: , 2016. – 368 с.