Серия
КЛАССИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК

КЛАССИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК

Редакционный Совет серии

Председатель совета

В.И. Нифадьев, д-р техн. наук, профессор, академик НАН КР,
ректор Кыргызско-Российского Славянского университета
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Члены совета:

В.М. Лелевкин, д-р физ.-мат. наук, профессор, проректор
по научной работе КРСУ, академик МАИ,
Л.Ч. Сыдыкова, д-р юрид. наук, профессор, проректор
по международным связям КРСУ,
С.Ф. Усманов, д-р техн. наук, профессор, проректор
по учебной работе КРСУ;
Н.А. Бровко, д-р экон. наук, профессор, декан
экономического факультета КРСУ,
Г.Д. Джунушалиева, д-р ист. наук, доцент, зав. кафедрой
«Реклама и связи с общественностью» гуманитарного
факультета КРСУ,
А.Г. Зарифьян, канд. мед. наук, профессор, декан
медицинского факультета КРСУ,
Б.А. Какеев, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой
патологической физиологии медицинского факультета КРСУ,
Г.В. Лоцев, канд. техн. наук, доцент, декан
естественно-технического факультета КРСУ,
Р.М. Муксинов, д-р архитектуры, профессор, декан
факультета архитектуры, дизайна
и строительства КРСУ, академик ААиС,
Б.Г. Тугельбаева, д-р юрид. наук, профессор,
декан юридического факультета КРСУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА

Кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях» КРСУ И МЧС КР

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

С.С. Тимофеева, Б.С. Ордобаев,
Ш.С. Абдыкеева

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебник

Допущено Министерством образования и науки
Кыргызской Республики в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений

Бишкек 2021

УДК 351/354
ББК 68.9
Т 41

Рецензенты:
Ы.Дж. Осмонов, д-р техн. наук,
профессор КНАУ им. К.И. Скрябина,
Г.И. Логинов, д-р техн. наук,
профессор КРСУ им. Б.Н. Ельцина,
К.О. Ахматов, зам. министра ЧС КР, полковник

Рекомендовано к изданию Ученым советом ГОУВПО КРСУ

Тимофеева С.С. и др.
Т 41 ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ: учебник / С.С. Тимофеева, Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2021. – 374 с.

ISBN 978-9967-19-863-0

В учебнике описаны чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, приведены вопросы прогнозирования обстановки при чрезвычайных ситуациях. Изложены материалы по защите населения в чрезвычайных ситуациях, нормативно-правовая база обеспечения защиты населения, государственная система гражданской защиты.

Подробно описаны основные принципы защиты человека от опасных воздействий в техносфере, устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях, а также вопросы ликвидации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены практические задачи при различных чрезвычайных ситуациях. Приведены конкретные решения задач по оценке обстановки при чрезвычайных ситуациях с целью освоения методики прогнозирования зон поражения от аварий, пожаров, землетрясений и наводнений.

Учебник предназначен для студентов направления «Техносферная безопасность», профиль «ЗЧС» и направления «Строительство в горных условиях (СГУ)», а также для магистров, аспирантов и других научно-технических работников системы МЧС КР и Госстроя Кыргызской Республики.

УДК 351/354
ББК 68.9
© ГОУВПО КРСУ, 2021
ISBN 978-9967-19-863-0 © Тимофеева С.С.,
Ордобаев Б.С., Абдыкеева Ш.С., 2021

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ

АСДНР – Аварийно-спасательные и другие неотложные работы
АХОВ – Аварийно-химически опасное вещество
АЭС – Атомная электростанция
ВВ – Взрывчатые вещества
ГВС – Газовоздушная смесь
ГСГЗ – Государственная защита Гражданской защиты
ГСМ – Горюче-смазочные материалы
ДВП – Древесно-волокнистая плита
ДСП – Древесно-слоистые пластики
ИДА – Изолирующие дыхательные аппараты
КЗД – Камера защитная детская
КЕО – Коэффициент естественной освещенности
КР – Кыргызская Республика
ЛЭП – Линии электропередач
МТО – Материально техническое обеспечение
МСП – Магнитные поля
НКПВ – Нижний концентрационный предел воспламенения
ОПУ – Оперативно-поисковое управление
ОФП – Опасные факторы пожара
ОЯТ – Отработавшее ядерное топливо
ПФ – Поражающие факторы
СНГ – Содружество Независимых Государств
ПАФ – Противоаварийные фильтры
ПВХ – Поливинилхлорид
ПДК – Предельно допустимая концентрация
ППЭ – Плотность потока энергии
ПРУ – Противорадиационное укрытие
РВ – Радиоактивные вещества
РФ – Российская Федерация
РХБЗ – Радиационная химическая и биологическая защита

СИЗОД – Средства индивидуальной защиты органов дыхания
СИЗ – Средства индивидуальной защиты
СКЗ – Средства коллективной защиты
СКЗ – Средства защиты кожи
СНиП – Строительные нормы и правила
СО – Специальная обработка
СЦО – Система централизованного оповещения
ТНТ – Тринитротолуол
ТЭЦ – Теплоэлектроцентр
УЗО – Устройства защитного отключения
УФ – Ультрафиолетовое излучение
ХОО – Химически опасные вещества
ЧС – Чрезвычайная ситуация
ЮНЕСКО – Организация Объединённых Наций по вопросам образования
ЭЗС – Электрозащитные средства
ЭН – Энергетическая нагрузка
ЭСП – Электрические поля

ВВЕДЕНИЕ

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

Начиная со второй половины XX века стали широко использоваться новые технологии и производства, связанные с риском возникновения аварий и катастроф, негативные последствия которых сравнимы, а иногда и превосходят потери от стихийных бедствий. Их опасность растет вследствие концентрации производства и повышения плотности населения на потенциально опасных территориях.

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

Динамика нарастания последствий катастрофических процессов за длительный период времени такова:

- ежегодно число пострадавших на планете от стихийных бедствий увеличивается приблизительно на 6 %;
- количество катастроф с высоким экологическим ущербом возросло с 60-х до 90-х годов XX века более чем в 4 раза;
- в 60-х годах XX столетия от опасных явлений чрезвычайных ситуаций страдал один человек из 62 живущих на Земле, а в 90-х годах – уже один из 29.

Одним из направлений государственной политики в области обеспечения безопасности жизнедеятельности является обучение населения на всех уровнях. В системе высшего профессионального образования вопросы защиты населения и территорий от чрез-

вычайных ситуаций или включены в содержание общепрофессиональной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в виде раздела, или изучаются как отдельная дисциплина «Защита в чрезвычайных ситуациях».

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

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

Учебное пособие подготовлено на основе лекций и практических занятий, проводимых при изучении дисциплины «Защита в чрезвычайных ситуациях». В нем рассмотрены чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, основное внимание уделено последним. Для каждого вида чрезвычайных ситуаций приведены основные характеристики поражающих воздействий и действующие методики прогнозирования обстановки. На конкретных примерах показано их применение при оценке обстановки. Рассмотрены вопросы защиты населения и объектов экономики от чрезвычайных ситуаций.

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

Глава 1. Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера

1.1. Основные понятия и определения

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

Рассматривают следующие виды опасностей.

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

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

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

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

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

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

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

Потенциально опасный объект – объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют

радиоактивные, опасные химические или биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС.

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

Вызов – форма опасности, которая является гипотетической (в принципе возможной) и в перспективе может превратиться в непосредственную опасность (например, астероидная опасность, глобальное потепление).

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

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

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

Источники чрезвычайных ситуаций:

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

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

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

Виды воздействия поражающих факторов:

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

Технический прогресс, численный рост и урбанизация населения, в целом, улучшают качество жизни человека, но с другой стороны – это объективные причины увеличения опасностей для него. В связи с этим возникает ряд практически важных вопросов. Как оценивать опасность и сравнивать опасности между собой? При каких условиях опасность является неприемлемой, недопустимой? Что такое безопасность человека? Где находится граница между опасностью и безопасностью? Является ли безопасность полным отсутствием каких-либо опасностей?

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

Совершенно очевидно, что снижение риска увеличивает затратную часть для любого вида деятельности, а она имеет предел. Поэтому решения, принимаемые в области снижения риска, должны быть основаны на балансе между опасностями и выгодами от деятельности. Равновесию между негативными последствиями и пользой от вида деятельности соответствует уровень *приемлемого риска*. Определение приемлемого риска предусматривает помимо экономических также учет социальных, психологических и других аспектов, то есть комплексное рассмотрение проблемы. Это исключительно сложная задача. Например, в ка-

ких общих единицах измерять экономические выгоды (затраты), социальную напряженность, психологические травмы? Как разрешить проблему того, что затраты могут нести одни социальные группы населения, а выгоду получать – другие?

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

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

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

- *по видам* (промышленная безопасность, радиационная, химическая, пожарная, биологическая, сейсмическая, экологическая);

- *по объектам* (безопасность населения, объекта экономики, окружающей природной среды);
- *по основным источникам* (опасные природные явления, аварии и техногенные катастрофы).

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

1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций

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

В первую очередь, всю совокупность ЧС можно разделить на *конфликтные* и *бесконфликтные*. К конфликтным ЧС относятся военные столкновения, экономические кризисы, экстремистская политическая борьба, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм, разгул уголовной преступности, широкомасштабная коррупция и др.

Будем рассматривать бесконфликтные ЧС и только невоенного времени. Они могут быть классифицированы по многим признакам, которые характеризуют явления с различных сторон (рисунок 1.1). Остановимся на трех наиболее часто используемых классификациях.

Чрезвычайные ситуации природного характера вызваны неблагоприятными и опасными природными явлениями и процессами. Их спектр для территории России чрезвычайно широк. Около 20 % территории страны – это зона повышенной сейсмической опасности. Площадь зон затопления при наводнениях может достигать 400 тысяч квадратных километров, на ней находятся 750 городов и несколько тысяч населенных пунктов. Большой ущерб хозяйству страны наносят засухи, сильные дожди, град, смерчи, снежные заносы, сели, оползни.

Для практических нужд (планирование мероприятий защиты, обучение населения) наиболее важной является классификация ЧС по поражающим воздействиям. Она раскрывает сущность

процессов и явлений при ЧС, специфику мер защиты и ликвидации последствий.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Признаки классификации и виды

Рисунок 1.1 – Классификация чрезвычайных ситуаций

Классификация ЧС по масштабам распространения чрезвычайных событий и тяжести последствий является важной для структур управления, министерств, ведомств при планировании выделения средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Эта классификация введена постановлением Кыргызской Республики «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Чрезвычайные ситуации характеризуются по различным основаниям

По социальному характеру происхождения принято выделять конфликтные и бесконфликтные чрезвычайные ситуации.

К конфликтным чрезвычайным ситуациям относятся:

- военные столкновения;
- экономические кризисы;
- экстремистская политическая борьба и терроризм;
- социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты;
- противостояние разведывательных органов государств;
- разгул уголовной преступности и коррупция и др.

Предупреждение и ликвидация этих чрезвычайных ситуаций целиком относится к ведению государства.

К бесконфликтным относят чрезвычайные ситуации техногенного, экологического и природного характера. Они зачастую могут быть предупреждены своевременными и квалифицированными действиями даже отдельного гражданина или работника.

Для практических целей классификацию бесконфликтных чрезвычайных ситуаций целесообразно строить по типам и видам лежащих в их основе чрезвычайных событий, масштабу вызванных ими последствий. Цель такой классификации – раскрытие сущности явлений, вызываемых чрезвычайными событиями и определяющих характер протекания чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с Постановлением правительства РФ № 304 от 21 мая 2007 года по масштабам последствий и пространственной (территориальной) распространенности поражающих факторов чрезвычайных ситуаций классифицируют на *локальные, муниципальные, межмуниципальные, региональные, межрегиональные* чрезвычайные ситуации (рисунок 1.2).

Ликвидация чрезвычайных ситуаций, в соответствии с Федеральным законом, осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовых форм, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. К ликвидации чрезвычайных ситуаций в необходимых случаях по решению Правительства Российской Федерации могу привлекаться Войска гражданской обороны, входящие в структуру МЧС России, Вооруженные Силы Российской Федерации, другие войска и воинские формирования в соответствии с законодательством

России. Кроме того, МЧС России располагает мобильными силами и средствами, привлекаемыми к ликвидации чрезвычайных ситуаций с тяжелыми последствиями.

Рисунок 1.2 – Классификация чрезвычайных ситуаций по масштабам последствий и границам зон распространения

Критерии и показатели чрезвычайных ситуаций

Отнесение чрезвычайных ситуаций к той или иной категории осуществляется на основании соответствующих критериев и показателей.

Под критерием в общем случае понимается определенный признак, по которому производится сравнение некоторых объектов.

Показатель – это количественное или качественное определение силы, масштабов или интенсивности признаков рассматриваемого явления.

Основными критериями чрезвычайных ситуаций являются:

- наличие пострадавших людей;
- наличие материального ущерба;
- территориальная распространенность поражающих факторов чрезвычайной ситуации.

При этом следует учитывать, что в соответствии с Федеральным законом для отнесения неблагоприятного события к чрезвычайной ситуации достаточно наличия одного из перечисленных факторов.

Показателями чрезвычайных ситуаций выступают установленные Постановлением правительства РФ № 304 от 21 мая 2007 года количественные значения указанных признаков.

К локальным относят чрезвычайные ситуации, в результате которых территория, где сложилась ЧС и нарушены условия жизнедеятельности, не выходит за пределы территории объекта. При этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью, составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь составляет не более 100 тыс. рублей.

Муниципальные ЧС характеризуются следующими показателями:

- зона ЧС не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения;
- количество пострадавших – не более 50 человек;
- материальный ущерб – не более 5 млн рублей.

К межмуниципальным ЧС относят чрезвычайную ситуацию со следующими показателями:

- зона ЧС затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию;
- количество пострадавших – не более 50 человек;
- материальный ущерб – не более 5 млн рублей.

К региональным относят чрезвычайные ситуации со следующими показателями:

- зона ЧС не выходит за пределы территории одного субъекта РФ;
- количество пострадавших – свыше 5 чел., но не более 500 чел.;
- материальный ущерб – свыше 5млн руб., но не более 500 млн руб.

Межрегиональной ЧС является чрезвычайная ситуация со следующими показателями:

- зона чрезвычайной ситуации выходит за пределы двух и более субъектов Российской Федерации;
- количество пострадавших – свыше 50 чел., но не более 500 чел.;

- материальный ущерб – свыше 5 млн руб., но не более 500 млн руб.

К федеральным ЧС относят чрезвычайную ситуацию, в результате которой:

- количество пострадавших – свыше 500 чел.;
- материальный ущерб свыше 500 млн руб.

Базовая классификация чрезвычайных ситуаций Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)

В интересах обеспечения единства в идентификации чрезвычайных ситуаций по группам, типам и видам была разработана и применяется всеми органами власти и управления, предприятиями и организациями трехуровневая классификация чрезвычайных ситуаций. Она позволяет повысить достоверность информации о чрезвычайных ситуациях, автоматизировать процесс ее передачи и обработки, разработки и принятия управленческих решений на предотвращение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций. В соответствии с ней чрезвычайные ситуации подразделяются на три группы: техногенные, природные и экологические (рисунок 1.3). Эта классификация используется всеми органами власти и управления, предприятиями, организациями и учреждениями независимо от организационно-правовых форм.

В ней однозначным числом обозначены группы, двузначным – типы, трехзначным – виды чрезвычайных ситуаций.

Рисунок 1.3 – Базовая классификация ЧС

Анализ видов чрезвычайных ситуаций, приведенных в данной классификации, позволяет сделать вывод, что подавляющее большинство из них, в том числе относящиеся к природным и экологическим, вызваны или могут быть спровоцированы деятельностью человека. Наиболее часты и опасны техногенные чрезвычайные ситуации. Этот факт усугубляется нарастающей урбанизацией населения планеты. В результате с каждым годом увеличивается численность населения мира, проживающего в условиях техногенной опасности, нарастает число пострадавших от чрезвычайных ситуаций техногенного и смешанного характера.

Основные причины чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Эффективная деятельность по предупреждению и ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций невозможна без выявления подлинных причин их возникновения. Большинство авторов специальной литературы сходятся во мнении, что основными причинами возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций в России являются:

- высокая степень износа основных производственных фондов на предприятиях с опасными технологическими процессами (по различным оценкам их износ превышает 70 %);
- несоответствие стандартов и норм безопасности производства, разработанных и введенных многие годы назад, современному уровню техники и технологий или сегодняшнему состоянию потенциально опасных факторов (при возведении зданий и сооружений на Северном Кавказе до 1993 года использовали карту сейсмического районирования 1983 года, которая оценивала сейсмическую опасность на 1–2 балла ниже реальных данных; размещение потенциально опасных объектов в густо населенных районах);
- несоблюдение требований нормативных документов при разработке проектной документации (в 1992–1995 годах по этой причине возвращено на доработку 40 % проектной документации, поступившей на экспертизу);

- нарушение производственной и технологической дисциплины (низкое качество строительных материалов в Спитаке и Нефтегорске, возведение зданий и сооружений по проектам, не предусматривающим их строительство в сейсмоопасных районах). По данным российских ученых, человеческим фактором обусловлено 45 % экстремальных ситуаций на атомных электростанциях, 60 % – при авиакатастрофах и 80 % – при катастрофах на море;
- рост числа и сложности технологических систем (приводит к закономерному росту числа чрезвычайных ситуаций);
- в последние годы в качестве возможной причины техногенных чрезвычайных ситуаций стали реально рассматривать диверсии и террористические акты на потенциально опасных объектах: атомных электростанциях, гидроузлах, химически опасных производствах;
- одной из наиболее вероятных причин техногенных аварий остаются опасные природные явления: землетрясения, тайфуны, наводнения и т. п.

Рассмотренный материал позволяет сделать вывод о том, что чрезвычайные ситуации представляют собой сложное явление. Их возникновение может быть обусловлено значительным количеством причин. Сами чрезвычайные ситуации и их последствия оказывают существенное воздействие на процессы развития как отдельных государств, так и всего мирового сообщества. Взвешенная и продуманная государственная политика в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций способна вызвать сокращение числа техногенных чрезвычайных ситуаций и уменьшение масштабов их экономических последствий.

1.3. Чрезвычайные ситуации природного характера

1.3.1. Землетрясения

Землетрясения – это толчки и колебания земной поверхности, обусловленные смещением горных пород и распространением по грунтовой среде упругих сейсмических волн. При сильных землетрясениях, происходящих на густонаселенной местности,

образуются обширные очаги поражения, в которых разрушаются и повреждаются здания, сооружения, техника, погибают и получают травмы люди.

Около 90 % всех землетрясений происходит в зоне, окружающей Тихий океан – в Тихоокеанском поясе. Около 5…6 % землетрясений происходит в Средиземноморском поясе, протянувшемся от Португалии на востоке через Турцию, Иран и Северную Индию до Малайского архипелага.

К настоящему времени разработан ряд специальных цифровых шкал для сравнительной оценки землетрясений по их интенсивности. Получаемые с их помощью результаты близки между собой. В России принята рекомендованная ЮНЕСКО международная шкала MSK-64 (шкала Медведева – Шпонхойера – Карника) – таблица 1.1.

Опасные последствия землетрясений делятся на природные и связанные с деятельностью человека. К природным относятся сотрясения грунта, нарушение грунта (трещины и смещения), оползни, сели, лавины, цунами. Явления, связанные с деятельностью человека – это разрушение зданий, мостов и других сооружений, наводнения при прорывах плотин, пожары при повреждениях газопроводов, хранилищ ГСМ, нарушение электроснабжения, водоснабжения, канализации.

Типовые здания и сооружения без антисейсмической защиты по сейсмостойкости делятся на три группы.

Группа А: здания со стенами из местных строительных материалов – саманные, глинобитные, из сырцового кирпича без фундамента – J = 4 балла; то же с бетонным фундаментом – J = 4,5 балла.

Группа Б: здания с деревянным каркасом – J = 5 баллов, из жженого кирпича с фундаментом – J = 5,5 балла.

Группа В: деревянные дома, рубленные «в лапу» или «в обло» – 6 баллов; типовые железобетонные, каркасные, крупнопанельные дома – 6,5 балла.

При использовании антисейсмических мероприятий сейсмостойкость зданий и сооружений может быть повышена до 7…9 баллов.

Таблица 1.1 – Международная шкала MSK-64, рекомендованная ЮНЕСКО

Балл	Проявление на поверхности
I	Не ощущается никем, регистрируется только сейсмическими приборами
II	Ощущается иногда людьми, находящимися в спокойном состоянии
III	Ощущается немногими, более сильно проявляется в помещениях на верхних этажах
IV	Ощущается многими (особенно в помещении), в ночное время некоторые просыпаются. Возможен звон посуды, дребезжание стекол, хлопки дверей
V	Ощущается почти всеми, многие ночью просыпаются. Качание висячих предметов, трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Ощущается всеми, осыпается штукатурка, легкие разрушения зданий
VII	Трещины в штукатурке и откалывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах. Толчки ощущаются в автомобилях
VIII	Большие трещины в стенах, падение труб, памятников. Трещины на крутых склонах и на сырой почве
IX	Обрушение стен, перекрытий кровли в некоторых зданиях, разрывы подземных трубопроводов
X	Обвалы многих зданий, искривление железнодорожных рельсов. Оползни, обвалы, трещины (до 1 м) в грунте
XI	Многочисленные широкие трещины в земле, обвалы в горах, обрушение мостов, только немногие здания сохраняют устойчивость
XII	Значительные изменения рельефа, отклонение течения рек, предметы подбрасываются в воздух, тотальное разрушение сооружений

Людские потери при землетрясении могут быть оценены на основе данных о степени разрушения зданий (различают 6 степеней: от отсутствия видимых повреждений до обвала) и вероятнос-

ти общих и безвозвратных потерь в зависимости от степени разрушения здания.

При отображении на карте или схеме очага поражения при землетрясении наносятся линии равной интенсивности – изосейсты. Обычно очаг поражения ограничен изосейстой 6 баллов, что соответствует слабым разрушениям зданий, сооружений.

Очаг поражения в плане, как правило, представляет собой сложную фигуру, что связано с влиянием местных геологических условий на распространение сейсмических волн, в ряде случаев форма очага приближается к эллипсообразной.

Основным способом снижения потерь и ущерба при землетрясениях является строительство сейсмостойких зданий и сооружений.

1.3.2. Селевые потоки

Сели (от *араб,* «сайль» – бурный поток) – это внезапные кратковременные горные потоки, состоящие из смеси твердого материала и воды. Сели возникают в результате обильных и продолжительных ливней, в период бурного таяния снегов и ледников, а также при прорыве плотин, запруд и т. д.

Большое разрушительное воздействие селевых потоков обусловлено большими скоростями движения и наличием в них обломков горных пород. На своем пути сели часто прокладывают глубокие русла, которые в обычное время бывают сухими или содержат небольшие ручьи. Материал селей откладывается в предгорных равнинах. Полезные площади оказываются погребенными под толщей грязи, песка и камней.

Если принять эти свойства в качестве руководящих, к селевым или селеподобным явлениям помимо собственно селевых следует отнести потоки, в которых твердая составляющая представлена снегом и льдом, а также специфические потоки, формирующиеся в субаквальной среде. Опираясь на систематизацию основных типов селевых и селеподобных потоков с учетом среды проявления, вещественного состава и параметров, выделены четыре группы потоков.

Собственно селевые *– грязе- и водокаменные потоки, селевые паводки.*

Параселевые, включающие *водоснежные* и *водоледяные потоки*. Твердая составляющая в них представлена почти исключительно снегом и льдом. Они отличаются от собственно селевых потоков значительно меньшей плотностью и слабой эрозионно-аккумулятивной деятельностью.

Ультраселевые потоки: гигантские по масштабам (носят характер геологических катастроф), уникальны по условиям формирования.

Квазиселевые потоки – селеподобные явления на дне морей и океанов, известные как *мутьевые* потоки. Масштабы их превосходят масштабы ультраселевых потоков на суше, а движение продолжается и на практически плоской поверхности абиссальных равнин. Включают два типа потоков – высокой и низкой плотности.

Дождевой сель – один из генетических типов селей, образующийся вследствие ливней и длительных дождей. Механизм зарождения дождевого селя в большинстве случаев относится к эрозионному типу: смыв и размыв склонов, глубинный и боковой размыв русла ведут к возрастанию насыщенности потока обломочным материалом и к образованию селевой волны. Массовый сход дождевого селя наблюдается при аномально высоких суточных суммах осадков или при длительном дождливом периоде, завершающемся ливнем. Дождевой сель – самый массовый тип селевых явлений на Земле, представленный практически во всех типах климата. Соответственно он характеризуется наиболее широким диапазоном значений объема селевых выносов и повторяемости селей.

Снеговой сель – один из генетических типов селей, возникновение которого обусловлено процессами накопления и таяния снежного покрова и снежников.

Выделяются два вида снегового селя – *водоснежные потоки* и *снежниковые сели.* Первый служит главным типом селевых явлений среднегорий субарктической зоны. Снежниковые сели распространены как в Субарктике, так и в альпийском и субнивальном поясах высокогорий умеренной зоны. Наиболее частый *механизм их зарождения* – прорыв временных запруд, образуемых русловыми и лавинными снежниками в сужениях долин. Такие про-

рывы формируют, как правило, *водокаменные потоки* или *селевые паводки*; наиболее характерны для Субарктики. Второй, более редкий механизм зарождения снежниковых селей связан с накоплением (преимущественно путем лавинного сноса и выветривания) на уступах продольного профиля денудационных врезов и русел рыхлообломочной массы, которая при переувлажнении способна к самоистечению; при этом формируются *грязекаменные потоки*. Этот тип селей встречается в высокогорьях умеренной зоны. Главным импульсом, обеспечивающим сход снегового селя, служит интенсивное снеготаяние, иногда с участием дождей. Период схода снегового селя в субарктической зоне приходится на весну, в высокогорьях умеренной зоны – на лето. По объему *селевых выносов* снеговые сели относятся к группе средних.

Ледниковый сель – один из генетических типов селей, формирование которого связано с нарушением устойчивости ледниково-моренных комплексов, а жидкая составляющая образуется преимущественно за счет талых ледниковых вод.

Возникновение ледникового селя вызывается прорывом ледниково-подпрудных озер и внутриледниковых ёмкостей, а также оползанием или срывом моренных и ледяных масс.

По составу *селевой массы* ледниковые сели могут быть *водокаменными, грязекаменными, водоледяными.*

Ледниковые сели – наиболее мощные сели высокогорий; зоны распространения их окаймляют области современного горного оледенения. Активизация ледниковых селей характерна для этапа деградации оледенения, особенно для его начальных стадий.

Вулканогенный сель – один из генетических типов *селевых явлений*, причиной образования которого служит извержение вулкана преимущественно взрывного типа. *Механизм зарождения* вулканогенного селя связан со спуском кратерных озер, с интенсивным таянием снега и льда и др.

Вулканогенные сели – самые мощные среди всех типов селей суши (см. *Ультраселевые потоки*). Длина их пути достигает 300 км, объем перемещенных обломочных масс – 500 млн/м³, толщина отложений – 20 м. Вулканогенные сели отличаются непостоянством пути схода; участвуют в формировании вулканогенно-пролювиальных вулканов. Вулканогенные сели – один из основных источников опасности при извержении вулканов.

Сейсмогенный сель – один из генетических типов селей, который вызывается землетрясением силой 8 баллов и выше. Зарождение сейсмогенного селя связано со срывом грунтовых масс со склонов, иногда – с выбросом воды из горных озер. Вызванные землетрясением оплывины могут трансформироваться в селевой поток непосредственно, оползни и обвалы создают временные плотины, прорыв которых служит толчком для возникновения селя. Сейсмогенный сель – редкий тип *селевых явлений*, свойственный областям с высокой сейсмической активностью.

Лимногенный сель – один из генетических типов селей, возникновение которого связано с размывом естественных озерных плотин и спуском части или всего объема воды горного озера. Прорывоопасные озера относятся к подпрудному (завальному) типу; они образуются в результате подпруживания реки обвалами, оползнями, потоками лавы, древними моренами ледников, конусами выноса боковых притоков. Подобные типы озер существуют сотни, первые тысячи лет и прорыв их подготавливается длительными процессами эволюции озерной плотины, включая суффозию и др.

Лимногенный сель – редкий тип селей, характерный для высокогорий, активных в сейсмическом отношении.

К лимногенным селям не относится также часть дождевых и снеговых типов селей, в формировании которых участвуют прорывы мелких эфемерных подпрудных озер в руслах рек; существование их ограничивается часами, реже – сутками.

Антропогенный сель – один из генетических типов селей, образование которых прямо связано с последствиями хозяйственной деятельности, кардинально изменяющими условия среды.

Очагами зарождения антропогенного селя чаще всего служат *отвалы* и *водохранилища*; первые обеспечивают твердую составляющую селей, вторые – жидкую составляющую при прорыве. *Повторяемость* антропогенных селей повышена по сравнению с повторяемостью селей природного генезиса, реже носит эпизодический характер; распространение локальное, включает и равнинные территории.

Природно-антропогенный сель – один из генетических типов селей, условия формирования которых связаны с ситуацией, при которой последствия хозяйственной деятельности служат

толчком для изменения хода природных процессов и последующего развития *селевых явлений.* Как правило, причиной формирования природно-антропогенных селей служат сведения лесов, деградация луговой растительности в горах вследствие перевыпаса, распашка крутых склонов, что приводит к усилению эрозии, возрастанию стока наносов, а затем к развитию *селевых процессов*. Природно-антропогенные сели характеризуются высокой *повторяемостью* и низкой плотностью (часто господствуют *селевые паводки*), обилием *склоновых селевых бассейнов*. Распространение природно-антропогенных селей носит региональный характер, охватывая как территории, пережившие промышленную революцию, так и области древних цивилизаций.

Условия образования и развития селевых потоков

Основными условиями развития селевых потоков являются:

- большая площадь водосборного бассейна горной реки;
- накопление на водосборной площади и в руслах водотоков достаточного количества рыхлых продуктов выветривания;
- продолжительные обильные дожди после засушливого периода или бурное снеготаяние; реже – прорыв вод из естественных или искусственных водоемов (моренных озер, водохранилищ и др.).

Значительное влияние на образование селей может оказывать инженерно-хозяйственная деятельность человека и, в первую очередь, оголение горных склонов путем хищнической вырубки лесов и уничтожения кустарников.

При инженерно-геологических изысканиях для строительства в селеопасных районах принято выделять:

- зону формирования (питания) селей – верхнюю часть селевого бассейна, в пределах которой происходит накопление рыхлого материала;
- зону транзита (переноса) – среднюю часть бассейна, где происходит движение селевого потока и его пополнение твердым материалом;
- зону отложения – нижнюю часть бассейна, в которой скорость движения селя резко уменьшается, транспортируемый материал отлагается в виде конусов выноса.

На начальных стадиях инженерно-геологических исследований необходимо установить степень опасности территории, намечаемой для строительного освоения. Ее оценивают по объему выноса материала после прохождения одного селевого потока (Г.И. Клиорина, В.А. Осин и др., 1984). К первой степени опасности относят территории, где объемы выноса превышают 1 млн $м^3$, ко второй – с объемами выноса от 0,5 до 1 млн $м^3$ и к третьей – менее 0,5 млн $м^3$.

Инженерно-геологические изыскания в селеопасных районах проводят в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими изысканиями по согласованию с территориальной службой МПР России, ведущей мониторинг (наблюдение) селей в данном районе.

Сель, как и всякий паводок, связан в первую очередь с интенсивным стоком поверхностных (дождевых и талых) вод, которые размывают, смывают и переносят рыхлый материал, накапливающийся в водосборном бассейне горной реки, временного водотока или в какой-то их части.

Известны примеры смешанного питания селевых паводков дождевыми и талыми водами. Наконец, селевые паводки возникают также при прорывах ледниковых (например, на р. Малой Алмаатинке в 1973 г.) и неледниковых озер и искусственных водоемов.

Как известно, водный баланс рек равен

$$Q = x - (z + u).$$

Так как селевые явления кратковременны и развиваются в горных, то есть резкопересеченных, местностях, испарение z и инфильтрация u в пределах водосборных бассейнов по сравнению с количеством поступающих дождевых и талых вод x ничтожно малы. Следовательно, расход наводка Q должен определяться количеством дождевых и талых вод, поступающих в водосборный бассейн, скоростью и одновременностью их добегания до главного водотока, на котором формируется сель.

Скорость и одновременность добегания вод до главного водотока определяются размерами и формой водосборного бассейна, и уклонами поверхности его рельефа. Величина расходов при прочих равных условиях будет зависеть от размера бассейна и интенсивности осадков.

В условиях несимметричного бассейна поверхностный сток будет зарегулирован, в створе *n* паводок будет нарастать постепенно, он может быть более продолжительным, но по своей величине (при других равных условиях) меньше, чем в симметричном бассейне.

Следовательно, климатические и часто микроклиматические условия водного питания горных рек, определяющие интенсивность стока поверхностных вод гидрологические условия, являются первым и важнейшим фактором формирования селевых паводков.

Большая живая разрушительная сила селей возникает под влиянием гравитационных сил, которые обусловливают перемещение огромных водокаменных и грязекаменных масс с большими скоростями. Действие этих сил характеризует энергию рельефа и пропорционально превышению водосборного бассейна над базисом эрозии и величине уклонов поверхности его рельефа.

Следовательно, геоморфологические условия являются вторым непременным фактором формирования селей.

Наблюдения показывают, что долину наиболее селеопасных рек можно разделить на три части.

- *Верхняя часть* (верховья реки), где долина расширена и по форме представляет собой полуцирк с крутыми (от 30–40 до 50–60 °), участками отвесными склонами, покрытыми осыпями, каменными россыпями, со следами обвалов, разнообразных оползневых подвижек. Склоны часто расчленены глубокими промоинами, оврагами и логами, по которым со всех сторон стекают дождевые и талые воды, образующие основной поток. Это главная часть водосборного бассейна реки, здесь в основном и формируется селевый паводок. Площадь этой части водосбора может быть различной – от нескольких квадратных километров до многих десятков квадратных километров.
- *Средняя* (транзитная) часть долины, представляющая собой каньон, ущелье или узкую с крутыми и высокими склонами часть долины. Уклон русла реки сохраняется большим – до 25–30 °. Река и в межень здесь часто занимают всё днище долины, стекая одним потоком или несколькими среди

нагромождений глыб, валунов и более мелкого обломочного материала. В паводок насыщение потока обломочным материалом частично происходит и здесь за счет размыва русла реки, склонов долины и накоплений в их основании.

- *Нижняя* (приустьевая) часть долины, постепенно переходящая в предгорную равнину или межгорную впадину. Эта часть долины представляет собой главным образом область выноса и накопления пролювиального материала. Здесь уклоны продольного профиля долины резко выполаживаются, и живая сила потока ослабевает.

Такое строение долин характерно не для всех селеопасных горных рек и временных потоков, хотя наблюдается часто.

Известны примеры, когда средняя (транзитная) часть имеет небольшое протяжение или почти отсутствует. В таких случаях в формировании селевого паводка участвует вся долина.

Главная водосборная часть долины горной реки может располагаться на различных абсолютных и относительных высотах.

Для высокогорных бассейнов, расположенных выше верхней границы распространения леса, то есть на отметках примерно выше 2500 м, характерно широкое распространение продуктов физического (морозного) выветривания, разнообразных коллювиальных накоплений в виде каменных россыпей, гряд, а также ледниковых (преимущественно моренных) отложений. В таких бассейнах при формировании селей наряду с дождевыми водами существенную роль играют талые воды ледников и снежников, а также прорывы вод из ледниковых озер. Сели, формирующиеся в таких бассейнах, очень опасны, они характеризуются большими объемами, расходами и огромной разрушающей силой.

В среднегорных бассейнах, располагающихся обычно на отметках от 1000–1200 до 2000–2500 м, наполнение паводков твердыми обломками происходит за счет размыва и смыва разнообразных образований – накоплений обвалов, осыпей, оползней, делювия, элювия, аллювия, реже моренных и водно-ледниковых. Формирование селевых паводков в таких бассейнах происходит главным образом за счет дождей ливневого характера. Сели здесь также достаточно опасны.

В низкогорных бассейнах, располагающихся па отметках ниже 1000–1200 м, формирование селей происходит также главным образом за счет дождевых (ливневых) вод и самых разнообразных типов рыхлых образований – коллювиальных, делювиальных, элювиальных и аллювиальных. В составе этих отложений больше глинистых пород и глинистых примесей, так как здесь заметную роль играют процессы химического выветривания, поэтому в таких бассейнах часто формируются грязекаменные сели.

На состав селевой массы влияет не только господствующий тип выветривания в пределах бассейна, но и состав пород, слагающих бассейн. Если в строении горных массивов того или иного водосборного бассейна участвуют глинистые, карбонатно-глинистые, песчано-глинистые породы, рыхлый материал, образующийся при их разрушении, также будет в той или иной степени глинистым. Соответственно и селевый поток будет грязекаменным или грязевым.

Объему выносов и расходы селевых паводков в пределах низкогорных бассейнов обычно меньше, чем в других.

Важнейшим условием, определяющим формирование именно селевых паводков, является накопление рыхлого обломочного и глинисто-обломочного материала в пределах водосборного бассейна или в какой-то его части, доступной для смыва и размыва поверхностными речными, а также дождевыми и талыми водами. Этот материал может быть самым разнообразным по происхождению: коллювиальным, делювиальным, элювиальным, аллювиальным, ледниковым и водно-ледниковым. По своему составу он может быть также самым разнородным и состоять из разных по размеру глыб, обломков, валунов, гальки, щебня, песка, дресвы и гравия, супесей и суглинков.

На состав рыхлого материала в пределах водосборного бассейна влияют также другие геологические процессы, принимающие участие в его образовании, такие как обвалы, осыпи, оползни, ледниковая и водно-ледниковая деятельность и др. Эти процессы на тех или иных участках водосборного бассейна создают очаги рыхлого материала, размываемого при паводках.

Важно заметить, поскольку селевый поток возникает внезапно и развивается с большой скоростью («лавинно»), то сноси-

мый и размываемый им рыхлый материал в процессе переноса не успевает подвергаться сколько-нибудь заметной дифференциации и сортировке, хотя и продолжает разрушаться, дробиться, обрабатываться и т. д. Поэтому селевые потоки как водокаменные, так и грязекаменные, характеризуются большой неоднородностью состава твердого материала, и это надо считать одной из характерных их особенностей. В зоне же выноса и накопления рыхлого материала, где скорости потока резко снижаются, дифференциация и сортировка приносимого им материала заметны и существенны.

Выше было отмечено, что в зависимости от высотного положения водосборного бассейна и, следовательно, его физико-географических условий изменяются тип и состав рыхлого материала. В высокогорных бассейнах благоприятны условия для накопления рыхлого обломочного материала. Наряду с этим здесь распространены моренные и водно-ледниковые отложения. В пределах средне- и низкогорных бассейнов наряду с накоплением рыхлого обломочного материала характерно развитие на склонах разнообразных глинистых делювиальных, элювиальных, оползневых и других образований.

Из других геологических условий, влияющих на формирование селей, необходимо обратить внимание на тектонику района. Древние тектонические движения обычно обусловливают тектоническую нарушенность и раздробленность горных пород, зоны нарушений, брекчирования, милонитизации и др. Все это в дальнейшем облегчает их размыв и пополнение паводков твердым материалом. Поэтому зоны и участки большой раздробленности горных пород также являются очагами накопления рыхлого материала для селей. Новейшие и современные тектонические движения, во-первых, обычно поддерживают контрастность рельефа, его энергию и тем самым постоянно влияют на живую силу паводков и, во-вторых, вызывают землетрясения и, как следствие, массовое образование обвалов, осыпей, оползней, лавин, роль которых в накоплении рыхлого материала в пределах водосбора уже была отмечена.

Несмотря на то, что рыхлые образования, накапливающиеся в пределах водосборных бассейнов, играют большую роль в фор-

мировании селей, свойства их так же, как и свойства селевой массы, почти никем и нигде не изучались, хотя знание этих свойств представляет несомненный интерес. Имеются только достаточно многочисленные данные об их гранулометрическом составе. Из свойств, характеризующих селевую массу, имеются данные о ее плотности, которая определена косвенным путем – методом расчета возможного предельного насыщения селевых потоков твердым материалом. Свойства отдельных фаций пролювиальных отложений изучены детально, но они совсем не характеризуют рыхлые образования водосборов и селевую массу.

Таким образом, главнейшими условиями, от которых зависит образование селей, являются следующие:

- *Климатические и микроклиматические условия* района, с которыми связано неравномерное распределение осадков, образование ливней, накопление снега и ледников и бурное их таяние в неопределенные летние периоды.
- *Геоморфологические условия*, определяющие размеры и форму водосборных бассейнов, высотное их положение, уклоны поверхностей рельефа и строение долин горных рек и временных водотоков.
- *Геологические условия*, определяющие накопление рыхлого материала в водосборных бассейнах или в некоторых их частях, развитие разнообразных геологических процессов (выветривание, гравитационные и др.), участвующих в образовании этого материала, а также древние, новейшие и современные тектонические движения.
- *Деятельность человека,* вызывающая нарушение естественных природных равновесий на водосборах.

Причиной же селевых процессов, их движущей силой, являются паводки – интенсивный поверхностный сток в результате ливней, бурного таяния снега и ледников в горах, а иногда прорывы вод из естественных и искусственных водоемов.

1.4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера

1.4.1. Пожары

Среди чрезвычайных событий, инициирующих ЧС техногенного характера, пожары занимают особое место, поскольку происходят часто и на самых различных объектах и, что, может быть, самое главное, являются источником последующих катастрофических событий – взрывов на химически и радиационно опасных объектах, морском и воздушном транспорте, трубопроводах и т. д. С другой стороны, взрывы часто сопровождаются пожарами.

Пожаром принято называть неконтролируемое горение вне специального очага, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающее угрозу для жизни людей. Горение – основной процесс пожара, это относительно быстропротекающая экзотермическая реакция соединения или разложения веществ, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и свечением.

Пространство, в котором развивается пожар и проявляется его поражающее действие, в общем случае условно можно разделить на три зоны:

1) зона горения (очаг пожара);
2) зона теплового воздействия;
3) зона задымления.

Зона горения включает поверхность горящего вещества и пламя. *Пламя* – видимая область зоны горения, в которой интенсивно протекают реакции, происходит выделение тепла, и которая является источником светового излучения.

В подавляющем большинстве случаев при горении взаимодействующие вещества находятся в газообразном состоянии. При горении газа граница зоны горения – это фронт пламени толщиной доли миллиметра. Зоной горения горючей жидкости является некоторый объем над ней, куда поступают пары испаряющейся жидкости и кислород из воздуха. При горении большинства твердых веществ они или плавятся и испаряются (сера, стеарин и др.), или разлагаются (газифицируются) с выделением газообразных продуктов (древесина, каменный уголь, торф и др.).

Линейные размеры зоны горения зависят от вида пожара и могут составлять от единиц до десятков метров.

Для возникновения горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. Окислителем обычно является кислород воздуха, в ряде случаев – это хлор, фтор, бром и др.; источник воспламенения – пламя другого горящего тела, искры, нагретые тела.

Горение может быть полным и неполным. Полное горение происходит при достаточном количестве кислорода в очаге горения, в результате образуются инертные продукты (пары воды H_2O, диоксид углерода CO_2, сернистый ангидрид SO_2 и др.). Неполное горение имеет место при недостатке кислорода, образующиеся продукты (оксид углерода CO, пары кислот, спиртов, альдегидов и др.) токсичны, могут в дальнейшем гореть.

По горючести – способности к горению все вещества и материалы подразделяются на три группы:

- *негорючие* – вещества и материалы, не способные гореть в воздухе (применяемые в строительстве природные и искусственные неорганические материалы, металлы);
- *трудно горючие* – способны возгораться в воздухе от источника воспламенения, но не способны самостоятельно гореть после его удаления (асфальтобетон, бетонно-стружечные детали, пропитанная антипиренами древесина и др.);
- *горючие* – способны самовозгораться, а также воспламеняться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления (различные органические материалы).

Среди горючих веществ выделяют легковоспламеняющиеся вещества, они способные воспламеняться от кратковременного воздействия источника с низкой энергией (пламени спички, искры и т. п.).

Пожарная опасность горючих материалов определяется их способностью возгораться и может быть охарактеризована температурой воспламенения и температурой самовозгорания.

Температура воспламенения – минимальная температура материала, при которой скорость выделения горючих паров и газов

такова, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Горение при достижении температуры самовозгорания может протекать в виде тления или с образованием пламени, в последнем случае характеристикой процесса является температура самовоспламенения.

Одной из основных характеристик горючих материалов является теплота их сгорания – энергия, выделяющаяся при сгорании единицы массы материала в атмосфере кислорода.

Длительность горения заданной массы твердых материалов или горючих жидкостей определяется их массовой скоростью выгорания – массой вещества, выгорающего в единицу времени с единицы площади.

При горении газо- или паровоздушной смеси важной характеристикой горения является скорость распространения пламени по объему горючей смеси. По величине этой скорости горение разделяют на «простое» (со скоростью фронта пламени до единиц метров в секунду) и «взрывное», которое протекает с большей скоростью. Ниже в этом разделе рассматривается «простое» горение в атмосферном воздухе.

Характеристики пожароопасности некоторых материалов приведены в таблице 1.2.

Максимальная температура в очаге пожара составляет около 1250 °С при горении твердых материалов, 1200…1350 °С – горючих газов, 1100…1300 °С – горючих жидкостей.

Зона теплового воздействия прилегает к зоне горения, в ней происходит теплообмен между зоной горения и окружающей средой посредством излучения, конвекции и теплопроводности, причем основная роль принадлежит излучению. Граница зоны проходит там, где тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов, конструкций и делает невозможным пребывание людей без средств противопожарной защиты. Размеры зоны теплового воздействия значительно превышают размеры зоны горения и могут достигать сотен метров.

Зона задымления примыкает к зоне горения и формируется под действием ветра. На границе зоны задымления плотность дыма составляет $(1…6)\cdot10^{-4}$ кг/м^3, видимость 6…12 м, концентра-

ция кислорода не менее 16 %, концентрация токсичных газов не представляет опасности для людей без средств защиты органов дыхания. Размеры зоны задымления по направлению ветра – до нескольких десятков метров.

Таблица 1.2 – Характеристики пожарной опасности некоторых материалов

Материал	Теплота сгорания, МДж/кг	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Массовая скорость выгорания, кг/(м^2·с)
Бумага	13,4	238	360	0,08
Древесина сосны	18,4–20,9	255	399	0,015
Фанера клееная	20,3	238–255	360–427	0,017
Плиты ДСП, ДВП	17,4–20,9	222	345	0,003–0,51
Каменный уголь	31,4–36,8	350	500	–
Толь, рубероид	15,7–29,5	210–303	420	0,24
Резина	33,4	270	400	0,0112
Линолеум ПВХ	14,2–18,0	300	450–600	–
Бензин	43,7	>–36	230	0,0383
Керосин	44	–	–	0,04
Нефть	42	–	–	0,04
Мазут	37,9	–	240	0,035

По данным статистики, причинами пожаров являются: неосторожное обращение с огнем (50…70 %), неисправности в электрооборудовании (17…19 %), неисправности промышленного оборудования (3…5 %), несоблюдение правил при ведении сварочных работ (2,5…4 %), самовозгорание, грозы, поджоги и др. (3 %).

При авариях на пожароопасных объектах выделяют виды пожаров:

- пожар огневой загрузки;
- пожар разлития (пролития);
- пожар «огненный шар».

Пожар огневой загрузки – наиболее часто встречающийся вид пожара (до 90 % всех пожаров) в зданиях, сооружениях бытового и производственного назначения, в местах хранения твердых горючих веществ.

Пожары огневой загрузки в населенных пунктах и на объектах экономики в зависимости от масштабов подразделяются на отдельные (огнем охвачено одно или несколько зданий), массовые (более 25 % зданий) и сплошные (более 90 % зданий). Особым видом пожара является огненный шторм, характеризующийся мощными восходящими потоками воздуха на высоту до нескольких километров и не поддающийся тушению. Огненный шторм может возникнуть при ведении боевых действий или в естественных условиях при быстром распространении пожара на значительной территории, содержащей большое количество горючих материалов. Войти в район после такого пожара можно только через несколько суток.

Возникновение и развитие пожаров в населенных пунктах и на производственных объектах зависит от следующих основных факторов:

- взрывопожароопасности помещений производств, объектов;
- степени огнестойкости зданий и сооружений;
- плотности застройки территории;
- метеорологических условий.

Категория *взрывопожароопасности* помещения объекта устанавливается исходя из наличия (массы) и характеристик взрывопожароопасных веществ в помещении (таблица 1.3).

В помещениях категорий А и Б пожары могут возникать при разрушении технологических систем.

Таблица 1.3 – Категории взрывопожароопасности помещений

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А – взрывопожароопасные	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки* не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа
Б – взрывопожароопасные	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – **В4** – пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые вещества и материалы. Вещества и материалы, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом при условии, что это помещение не относится к категориям А и Б. (деление на В1 – В4 в зависимости от количества горючих материалов)
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
Примечание. * – Температура вспышки смеси – это наименьшая температура, при которой возможна вспышка смеси от внешнего источника зажигания.	

Огнестойкость зданий и сооружений оценивается временем, в течение которого сохраняется устойчивостью материалов их конструкции к воздействию высоких температур при пожаре.

Согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», для зданий установлено пять степеней огнестойкости:

I степень – предел огнестойкости несущих элементов (ПОНЭ) не менее 2 часов.

II степень – ПОНЭ не менее 1,5 часов.

III степень – ПОНЭ не менее 45 минут.

IV степень – ПОНЭ не менее 15 минут.

V степень – ПОНЭ не нормируется.

Пожар разлития наиболее характерен для объектов хранения ГСМ и аварий при транспортировке ГСМ, предприятий нефтепереработки; возникает при нарушении целостности емкостей для хранения горючих жидкостей или трубопроводов для их транспортировки, когда горючее вещество разливается свободно или в пределах ограниченной области (в поддон) по горизонтальной поверхности.

Пожар «огненный шар» возникает при разрушении емкостей для хранения и транспортировки сжатых или сжиженных горючих газов, а также легковоспламеняющихся жидкостей, когда горящее газовое облако поднимается над поверхностью земли.

Поражающее действие пожаров

Опасными факторами пожара (ОФП), воздействующими на людей, являются: открытый огонь и искры, повышенная температура воздуха и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушение и повреждение зданий, сооружений.

Если начавшийся в здании пожар своевременно не потушен, он через некоторое время превращается в открытый пожар, когда пламя охватывает всю поверхность здания. В этом случае основным дальнодействующим поражающим фактором является тепловое излучение.

Тепловое излучение приводит к повышению температуры облучаемого объекта. При превышении некоторого критического

значения объект перестает нормально функционировать. У человека возникают болевые ощущения – ожог, у материалов существенно изменяются их характеристики, горючие материалы могут воспламениться.

Результат воздействия теплового излучения на объекты в целом зависит от следующих факторов:

- интенсивности излучения;
- продолжительности действия излучения;
- теплофизических характеристик материалов объекта и характеристик объекта.

1.4.2. Техногенные взрывы

Аварии и катастрофы, связанные с взрывами, являются наиболее опасными и непредсказуемыми. Потенциально опасными объектами с точки зрения возможности взрыва являются:

- хранилища и склады взрывчатых веществ (ВВ), горюче-смазочных материалов (ГСМ), нефте-, газо- и продуктопроводы;
- различные производства на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, фармацевтической промышленности;
- мельничные элеваторы, деревообрабатывающие предприятия, ткацкое производство и т. п. (мучная, древесная, хлопковая пыль);
- средства транспортировки горючих веществ и ВВ железнодорожным, водным, автомобильным транспортом.

Общие сведения о взрыве. Взрыв – это кратковременное неуправляемое выделение большого количества энергии в незначительном объеме, в результате которого формируется ударная волна. В зависимости от процесса выделения энергии взрывы делят на виды:

- физические взрывы;
- химические взрывы;
- ядерные взрывы.

При физических взрывах выделяется уже накопленная веществом к моменту взрыва энергия, например, энергия сжатых или

сжиженных газов при разрушении емкостей, в которых они хранятся, энергия нагретого вещества при выливании расплавленного металла в воду.

Источник энергии при химических взрывах – это быстропротекающие самоускоряющиеся (лавинные) экзотермические реакции при окислении горючих веществ или термического разложения нестабильных соединений.

При ядерных взрывах энергия выделяется в процессе реакций деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер.

Будем рассматривать химические взрывы в нормальной атмосфере (T_0 = 273 К, $P_0 = 1{,}013 \cdot 10^5$ Па) как наиболее характерные для аварийных ситуаций. Подводные и подземные взрывы обычно являются запланированными и используются в военных и мирных целях.

Взрывчатое вещество, участвующее в химическом превращении, может быть твердым или жидким (конденсированные ВВ), газообразным или аэрозолем жидкого или твердого горючего вещества в воздухе (газовоздушная, паровоздушная или пылевоздушная смеси). В последнем случае взрывы называются объемными.

Химическая реакция взрывного превращения запускается источником взрыва – это источник зажигания для смесей горючих веществ с воздухом или детонатор для конденсированных ВВ. От источника взрыва по исходному веществу со скоростью v распространяется волна взрывного превращения – зона реакции, за ней остаются нагретые газообразные продукты взрыва. В зависимости от величины этой скорости v различают два режима взрывного превращения – детонацию и дефлаграцию.

В режиме детонации происходит взрыв конденсированных ВВ и при некоторых условиях – взрыв смеси горючих веществ с воздухом.

При ***детонации*** движение зоны реакции управляется ударным сжатием исходного вещества. Плотность, давление и температура среды на фронте ударной волны меняются скачком. Перемещение зоны реакции происходит со скоростью ударной волны, они двигаются вместе, образуя детонационную волну. Ее скорость превышает скорость звука в исходной среде $v \approx v_{зв}$ ($v_{зв} \approx$ 300...400 м/с в смесях горючих веществ с воздухом; $v_{зв} \approx$

2000...6000 м/с в твердых веществах и жидкостях). Скорость детонационной волны – максимально возможная для данного взрывчатого вещества и является для него константой.

Режим ***дефлаграции*** (дефлаграционный взрыв) наблюдается при взрыве смесей горючих веществ с воздухом.

При *дефлаграции* движение зоны реакции по горючей смеси осуществляется за счет процессов переноса – диффузии и теплопроводности, определяемых скоростью теплового движения молекул газа. Скорость движения зоны горения – дозвуковая $0{,}1v_{зв} < v < v_{зв}$. Волна давления – воздушная ударная волна уходит вперед от зоны горения.

Взрыв смесей горючих веществ с воздухом в режиме детонации опаснее, чем дефлаграционный взрыв вследствие образования более интенсивной ударной волны.

Наиболее типичная картина взрыва в режиме детонации наблюдается при взрыве конденсированных взрывчатых веществ. Одна из основных характеристик конденсированных взрывчатых веществ – это удельная теплота взрыва Q – энергия, выделяющаяся при взрыве единицы массы ВВ (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Характеристики конденсированных взрывчатых веществ

Взрывчатое вещество	Плотность ВВ ρ, кг/м^3	Теплота взрыва Q, МДж/кг
Тринитротолуол (тротил) – ТНТ	1600	4,52
Амматол 80/20 (80 % нитрата аммония + 20 % ТНТ)	1600	2,65
Гексоген	1650	5,36
Гремучая ртуть	4430	1,79
Нитроглицерин (жидкость)	1590	6,70
Октоген	1900	5,68
Октол (70 % октана + 30 % ТНТ)	1800	4,50
Тетрил	1730	4,52
ТЭН	1770	5,80
Пентолит (50 % ТЭН + 50 % ТНТ)	1660	5,11

Окончание таблицы

Тринотал (80 % ТНТ + 20 % Al)	1720	7,41
Торпекс (42 % гексогена + + 40 % ТНТ + 18 % Al)	1760	7,54
60%-й нитроглицериновый динамит	1300	2,71
Пластит	1300	4,52

Взрыв газовоздушной смеси в атмосфере. Взрывы смесей горючих газов и паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом на химических и нефтеперерабатывающих предприятиях, а также в быту часто являются причиной гибели людей, разрушения зданий и производственных объектов.

Облако газо- и паровоздушной смеси (ниже для краткости – газовоздушная смесь – ГВС) может образоваться при разгерметизации емкостей для хранения сжатых или сжиженных горючих газов, при разрывах газо-, нефте-, продуктопроводов, а также в результате испарения разлитых по поверхности легковоспламеняющихся жидкостей. Образование ГВС может происходить в открытой атмосфере, около технологических установок, в помещениях. При наличии источника зажигания определенной энергии происходят воспламенение и взрыв ГВС, который может протекать в режиме дефлаграции (наиболее часто) или детонации.

Важной особенностью газовоздушных смесей является наличие концентрационных пределов воспламенения, то есть интервала концентрации горючего вещества от нижнего – НКПВ («бедного») до верхнего – ВКПВ («богатого»), в котором возможно самостоятельное распространение пламени от источника зажигания. Для большинства типичных углеводородо-воздушных смесей значения этих пределов составляют 55 % (НКПВ) и 330 % (ВКПВ) от стехиометрической концентрации горючего вещества в смеси. Исключение из наиболее часто встречающихся газов составляют водород, ацетилен, аммиак, сероуглерод.

Стехиометрической называется оптимальная по составу смесь, в которой количество всех компонентов (горючего вещества и воздуха) полностью соответствует реакции взрывного превращения. Стехиометрическому соотношению компонентов сме-

си соответствуют наиболее высокие параметры взрыва. Недостаток воздуха («богатая» смесь) ведет к неполному сгоранию горючего вещества; избыток воздуха («бедная» смесь), не участвуя в реакции горения, лишь нагревается за счет взрыва, уменьшая тем самым энергию, идущую на ударную волну.

При взрыве ГВС выделение энергии происходит в объеме десятки – сотни кубических метров, скорость продвижения фронта реакций взрывного горения меньше, а общее время взрыва больше, чем при взрыве конденсированных ВВ. Поэтому давление в ударной волне взрыва ГВС нарастает медленнее, а длительность фазы сжатия больше, чем при взрыве конденсированных ВВ. При взрыве ГВС на образование воздушной ударной волны идет до 40 % энергии взрыва, остальная доля энергии расходуется на нагревание воздуха и продуктов реакции (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Характеристики горючих газов и их смесей с воздухом

Вещество	ρ, кг/м^3	Q, МДж/кг	НКПВ…ВКПВ, % объемные	$c_{ст}$, % объемные
Ацетилен	1,18	48,2	2,5…81,0	7,41
Бутан	2,67	45,8	1,8…9,1	2,99
Водород	0,089	120,0	4,0…75,0	28,57
Метан	0,72	50,0	5,0…16,0	9,09
Пропан	2,01	46,4	2,1…9,5	3,85
Пропилен	1,88	45,8	2,2…10,3	4,26
Этан	1,36	47,4	2,9…15,0	5,41
Этилен	1,26	47,2	3,0…32,0	6,25
Примечание. ρ – Плотность горючего вещества при нормальных условиях; Q – удельная теплота сгорания горючего вещества; $c_{ст}$ – стехиометрическая концентрация горючего вещества.				

Данные по энергии ударной волны позволяют провести приближенное сравнение ее поражающего действия для взрывов ГВС и конденсированных ВВ, используя величину *тротилового эквивалента по ударной волне*.

1.4.3. Аварии на радиационно опасных объектах

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

К радиационно опасным объектам относятся:

- предприятия ядерного топливного цикла – атомные станции электрические, станции теплоснабжения, предприятия подготовки, переработки и утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ);
- объекты с ядерными энергетическими установками – корабли и космические аппараты;
- исследовательские ядерные реакторы;
- места хранения ядерных боеприпасов;
- объекты хранения делящихся материалов;
- установки технологические, медицинские, в которых имеются источники ионизирующих излучений (ИИ);
- территории и водоемы, загрязненные (по разным причинам) радионуклидами.

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

Причины радиационных аварий:

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

Наиболее опасны радиационные аварии на атомных станциях, использующихся для получения электроэнергии или для горячего водоснабжения и имеющих в своем составе 2…4 ядерных

реактора. В ядерных реакторах АЭС в процессе их работы накапливается большое количество радиоактивных веществ (РВ).

Допустимые уровни облучения

В целях предупреждения соматических и сведения к минимуму соматикостохастических и генетических последствий производится ограничение дозы внешнего и внутреннего облучения персонала и всего населения при применении, хранении и транспортировке радиоактивных веществ, при использовании ядерных реакторов, ускорителей заряженных частиц и других источников ионизирующих излучений. Все страны, использующие атомную энергию, имеют национальные нормы и правила радиационной безопасности, основанные на рекомендациях Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ).

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

1) персонал (профессиональные работники) – лица, которые постоянно или временно работают с источниками ИИ – категория А;

2) ограниченная часть населения – проживающие в зоне наблюдения, непосредственно не работающие с источниками ИИ, но по условиям проживания, профессиональной деятельности могут подвергаться воздействию источников ИИ или отходов – категория Б;

3) население – население области, республики, страны – категория В.

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

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности 50 лет 1000 $м^3$в (десятикратное превышение дозы естественного облучения), а для населения 70 $м^3$в за 70 лет жизни (половина дозы естественного облучения).

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

Защита населения от радиационного воздействия

Радиационная защита при аварии подразделяется на физическую, химическую (медикаментозную) и временную.

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

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

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

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

Радиопротекторы – это профилактические ***медикаментозные средства***, уменьшающие степень тяжести лучевой болезни за счет снижения смертности облученных. Действие радиопротекторов направлено на нейтрализацию косвенного воздействия ионизирующих излучений: радиопротекторы перехватывают и связывают радикалы, образующиеся при радиолизе воды, предотвращая образование в клетках перекисных соединений.

В настоящее время в качестве радиопротекторов в различных ситуациях используются цистамин, цистеамин, триптамин, серотонин, нафтизин и другие препараты.

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

Противолучевое действие радиопротекторов по дозе не выходит за пределы нескольких зивертов.

Некоторые радиопротекторы имеют побочное негативное действие на отдельные органы.

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

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

а) ограничение пребывания людей на открытой местности – временное укрытие в домах и убежищах;

б) герметизация жилых и служебных помещений (окна, двери, вентиляция, дымоходы);

в) йодная профилактика;

г) защита органов дыхания с помощью подручных средств, противогазов, респираторов;

д) эвакуация населения;

е) ограничение доступа в район загрязнения;

ж) санитарная обработка лиц, подвергшихся загрязнению радиоактивными веществами, дезактивация объектов, оборудования, техники;

з) исключение или ограничение употребления загрязненных продуктов питания и воды;

и) дезактивация загрязненной местности;

к) переселение из загрязненных районов в случае превышения пределов облучения.

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

1.4.4. Аварии на химически опасных объектах

Крупные аварии на химически опасных объектах (ХОО) являются одними из наиболее опасных техногенных катастроф. Они могут привести к отравлению и гибели людей, тяжелым экологическим последствиям. Только за последние десятилетия в мире произошел ряд химических аварий и катастроф на промышленных объектах: химический завод в Севезо (Италия, 1976 г.), «авария века» в Бхопале (Индия, 1984 г., выброс нервно-паралитических газов в атмосферу привел к гибели 3500 чел., 20 тыс. чел. стали инвалидами, 200 тыс. чел. получили поражения различной степени тяжести), авария на ПО «Азот» (Литва, 1989 г.) и др.

Общие сведения о химически опасных объектах и аварийно химически опасных веществах

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

Потенциально возможными источниками химического заражения являются:

- предприятия по производству минеральных удобрений и серной кислоты, резинотехнических изделий и полимеров, лаков, красок и растворителей;
- станции водоподготовки, холодильники предприятий пищевой промышленности, овощные базы;

- предприятия по производству пестицидов, гербицидов, ядохимикатов;
- химико-фармацевтические предприятия;
- хранилища (резервуары) и транспортные средства по перевозке опасных химических веществ.

Химически опасные объекты классифицируются по степени химической опасности в зависимости от количества человек, которые могут оказаться по данным прогноза в зоне химического заражения при производственной аварии на объекте (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Классификация объектов по химической опасности

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

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

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

В настоящее время в промышленности используется более 600 тысяч опасных химических веществ – веществ, прямое или опосредованное действие которых на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель. Однако только некоторые из них отнесены к АХОВ, так как подавляющее количество токсических веществ используются в небольших количествах, не представляющих опасности возникновения очага массового поражения для населения в аварийных ситуациях. За-

щита от них относится к сфере техники безопасности. Такой подход позволил в целях более качественного решения практических задач защиты населения в ЧС выделить из большого перечня токсических веществ ограниченное их число (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Физические и токсические характеристики АХОВ

Наименование АХОВ	ρ, 10^3 кг/м^3	t , °С	ПДК в воздухе, мг/м^3		Токсодоза, мг·мин/л	
			рабочей зоны	насел. пунктов	порого-вая	смер-тельная
Азотная кислота	1,5	83,4	5,0	0,15	3,0	–
Аммиак	0,68	–33,4	20	0,04	15	100
Ацетонитрил	0,79	81,6	10	0,002	21,6	–
Ацетонциангидрин	0,93	120	0,9	0,001	1,9	–
Водород хлористый	1,19	–85	0,05	0,010	2,0	20
Водород фтористый	0,99	19,5	0,05	0,005	4,0	–
Синильная кислота	0,69	25,7	0,3	0,01	0,2	2,0
Диметиламин	0,68	6,9	1,0	0,005	1,2	–
Метиламин	0,70	–6,5	1,0	–	1,2	–
Метил бромистый	1,73	3,6	1,0	–	1,2	12
Метил хлористый	0.98	–24	1,0	–	10,8	–
Нитрилоакрил	0,80	77,3	0,5	0,03	0,75	–
Окись этилена	0,88	10,7	1,0	0,3	2,2	25
Сернистый ангидрид	1,46	–10,1	10	0,05	1,8	20
Сероводород	0,96	–60,3	10	0,008	1,0	1,4
Сероуглерод	1,26	46	1,0	0,005	45	300
Соляная кислота (к)	1,19	120	5,0	0,2	2,0	7,0
Формальдегид	0,84	–19	0,5	0,003	0,6	9,5

Окончание таблицы 1.7

Фосген	1,43	8,2	0,5	–	0,6	6,0
Хлор	1,55	–34,1	1,0	0,03	0,6	6,0
Хлорпикрин	1,66	112	0,7	0,07	0,02	20
Примечание. ρ – Плотность АХОВ; $t_к$ – температура кипения; ПДК – предельно допустимая концентрация.						

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

Токсические характеристики АХОВ

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

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

Токсическими характеристиками АХОВ являются их токсическая доза и концентрация.

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

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

1) летальный – характеризуется величиной летальной токсодозы – *LD*;

2) непереносимый – характеризуется величиной токсодозы, вызывающей существенное нарушение дееспособности (выведение из строя) – *ID*;

3) пороговый – характеризуется токсодозой, вызывающей начальные проявления действия токсического вещества, при этом работоспособность сохраняется – *Lim D* или *PD*.

Для смертельного и непереносимого (а иногда и порогового) уровней указывается относительная часть в процентах людей, у которых данный эффект проявляется, например, LD_{50} – доза, приводящая к гибели 50 % пораженных. Наиболее часто используются показатели для 50 и 90 % пораженных.

Обычно под термином «токсодоза» понимают удельную токсодозу – дозу, приходящуюся на единицу массы тела человека (миллиграмм на килограмм). Использование токсической дозы, пересчитанной на килограмм массы организма, удобно при проведении исследований. Таким образом, можно сравнивать действие токсических веществ на разных людей и набирать статис-

тику поражений. Кроме этого, воздействие токсических веществ на всех млекопитающих практически одинаково, поэтому результаты исследований, проведенные на животных, можно переносить на человека.

Вопросы и задания

1. Что понимается под терминами «опасность», «безопасность»? Какие виды опасностей существуют? Как оценивается опасность?

2. Что такое чрезвычайная ситуация? Как классифицируются чрезвычайные ситуации?

3. Как оценивается опасность землетрясения?

4. Каковы особенности пожаров огневой загрузки, разлития, огненного шара?

5. Что такое воздушная ударная волна взрыва? Какими параметрами характеризуется воздушная ударная волна?

6. Поясните суть явления отражения воздушной ударной волны.

7. Какие параметры воздушной ударной волны определяют ее поражающее действие?

8. Каковы особенности взрыва газовоздушной смеси в атмосфере по сравнению со взрывом конденсированных взрывчатых веществ?

9. Какие органы организма человека наиболее чувствительны к облучению ионизирующими излучениями?

10. Каковы радиационные эффекты облучения людей?

11. От каких факторов зависят последствия облучения человека?

12. Чем обусловлено фоновое облучение людей в естественных условиях?

13. Что такое йодная профилактика, как она проводится?

14. Что такое аварийно-химически опасное вещество?

15. Назовите токсические характеристики аварийно-химически опасных веществ.

16. Что такое первичное и вторичное облако токсического вещества при аварии на химически опасном объекте?

Глава 2. Прогнозирование обстановки при чрезвычайных ситуациях

2.1. Общие положения

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

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

Прогнозирование обстановки включает выявление обстановки и ее оценку.

Иногда под прогнозированием обстановки понимают только получение данных о зонах ЧС, то есть выявление обстановки. В этом случае говорят о прогнозировании и оценке обстановки.

Под *выявлением* обстановки понимается:

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

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

- определение степени разрушения зданий и сооружений, объектов инфраструктуры, потерь среди персонала и населения, а также влияния обстановки на действия сил по ликвидации последствий ЧС;
- анализ полученных результатов и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, которые обеспечивают минимальные потери (исключают потери).

Как правило, выявление и оценка обстановки осуществляется в три этапа:

1) заблаговременное прогнозирование;
2) предварительное (оперативное) прогнозирование;
3) выявление и оценка фактической обстановки.

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

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

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

Предварительное прогнозирование осуществляется сразу же после чрезвычайных событий техногенного или природного характера. Данными для прогноза являются фактические сведения об источнике опасности (например, какие емкости с каким АХОВ разгерметизированы, характер их разрушения и т. п.) и реальные метеоусловия. Они поступают от вышестоящих, нижестоящих и взаимодействующих органов управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, с объектов экономики, от подчиненных сил разведки, наблюдения и контроля. Чем более конкретными будут эти сведения, тем более точными будут результаты прогноза. Результаты предварительного прогноза используются в целях:

- уточнения задач подразделениям разведки;
- проведения неотложных мероприятий защиты персонала объектов населения;
- принятия предварительного решения по защите населения и территорий комиссиями по ЧС;

- подготовки сил и средств, привлекаемых для оказания помощи пострадавшим и ликвидации последствий ЧС.

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

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

Математические модели, используемые при прогнозе

При заблаговременном и предварительном прогнозировании обстановки в ЧС используются математические модели, описывающие одно из возможных поражающих воздействий:

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

Эти модели могут быть двух видов: детерминированные и вероятностные.

2.2. Прогнозирование последствий пожаров

Основной – наиболее дальнодействующий поражающий фактор пожара – тепловое излучение. Прогнозирование результата его действия осуществляется детерминированным или вероятностным методами.

Детерминированный метод предусматривает расчет критического параметра воздействия – интенсивности теплового излучения. Сравнение действующей интенсивности излучения J с ее пороговым значением $J_{пор}$, вызывающим ожог у человека или возгорание материала, позволяет оценить последствия по типу «поражен – не поражен»: при $J \geq J_{пор}$ – объект поражен, при $J = J_{пор}$ – не поражен.

У человека болезненные ощущения возникают при повышении температуры поверхностного слоя кожного покрова до 45 °С. Интенсивности теплового излучения и время воздействия, вызывающие различную реакцию при облучении незащищенных кожных покровов человека, приведены в таблице 2.1. Пороговым значением в аварийной ситуации считают $J_{пор}$ = 4,2 кВт/м^2, поскольку при этом болевая реакция наступает относительно медленно и есть возможность принять меры защиты – удалиться от источника облучения или использовать экран – неровности поверхности земли, строения, инженерные сооружения.

Воздействие теплового излучения на материалы может привести к их возгоранию. Интенсивности теплового излучения и время, при которых происходит возгорание материалов, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Действие теплового излучения на человека

Наблюдаемый эффект	Интенсивность излучения, кВт/м^2
Переносится длительное время	1,26*
Болевые ощущения через 10…20 с	4,2
Болевые ощущения через 8 с	6,4
Болевые ощущения через 3 с	10,4
Появление ожогов (волдырей) через 10…20 с	10,4
Появление ожогов (волдырей) через 5 с	16
Примечание. * – Интенсивность полного теплового излучения Солнца в зените на поверхности Земли с учетом поглощения составляет 1,05 кВт/м^2.	

Использование в детерминированном методе прогнозирования пороговых интенсивностей $J_{пор}$ для различных длительностей воздействия t позволяет приближенно учесть совместное влияние этих параметров на получаемый результат.

Для пожара огневой загрузки и в некоторых случаях – для пожара разлития данные таблиц 2.1, 2.2 позволяют рассчитать расстояния безопасного удаления человека и горючих материалов от горящего объекта.

Таблица 2.2 – Минимальные интенсивности теплового излучения и время, при котором происходит возгорание горючих материалов, кВт/м^2

Материал	Продолжительность действия, мин.		
	3	5	15
Древесина (сосна, влажность 12 %)	18,8	16,9	13,9
Древесно-стружечная плита	13,9	11,9	8,3
Торф брикетный	31,5	24,4	13,2
Торф кусковой	16,6	14,4	9,8
Хлопок-волокно	11,0	9,7	7,5
Слоистый пластик	21,0	19,1	15,4
Стеклопластик	19,4	18,6	17,4
Пергамин	22,0	19,8	17,4
Резина	22,6	19,2	14,8
Уголь	–	35,0	35,0

Вероятностный метод прогнозирования. Предполагается, что характеристики излучения и типового нагреваемого объекта – случайные величины, следовательно, и ожидаемый результат воздействия теплового излучения – также случайная величина. Метод позволяет рассчитать вероятность определенного вида поражения – в действующих нормативных документах – вероятность летальных последствий для человека.

2.3. Прогнозирование последствий техногенных взрывов

Оценка возможных последствий техногенных взрывов заключается в определении размеров зон возможных поражений людей и разрушения объектов. Для этого используются детерминированный или вероятностный методы.

Детерминированный метод. При его использовании определяется избыточное давление $P_ф$ во фронте ударной волны на рассматриваемом объекте, которое сравнивается с поражающим значением давления $P_п$. Так производится наиболее простая – ступенчатая оценка типа «поражен – не поражен»: $P_ф \geq P_п$ – объект поражен, $P_ф = P_п$ – объект не поражен. В качестве критерия поражения $P_п$ обычно принимают нижний предел избыточного давления, при котором здания, сооружения, оборудование, системы электроснабжения получают *средние* повреждения. В целом, считается, что большинство промышленных и жилых зданий разрушается при избыточном давлении 25…30 кПа при внешнем воздействии и 20…25 кПа – при внутренних взрывах.

Более точная детерминированная оценка состояния объекта, позволяющая определить материальный ущерб и средства для восстановления в зависимости от степени его разрушения (слабые, средние, сильные, полные), может быть произведена, если имеются данные избыточных давлений, вызывающих те или иные повреждения.

Данные по степеням разрушения объекта позволяют рассчитать вероятность его поражения как функцию избыточного давления $P_ф$ – то есть получить параметрический закон поражения $P(P_ф)$.

Вероятностный метод. Этот метод используется для прогнозирования последствий взрывов газовоздушных смесей. Он позволяет рассчитать вероятность наиболее характерных повреждений зданий, сооружений и поражений человека ударной волной. Вероятность поражения определенного уровня рассматриваемого объекта определяется по значению пробит-функции, рассчитываемой по значениям избыточного давления P ударной волны и импульса фазы сжатия I. Метод аналогичен описанному ранее при оценке воздействия теплового излучения.

2.4. Прогнозирование химической обстановки при авариях на химически опасных объектах

2.4.1. Общие положения

Под химической обстановкой понимают условия и факторы, возникающие при авариях на химически опасных объектах и оказывающие влияние на жизнедеятельность населения, функционирование объектов экономики, действия формирований ликвидации последствий аварии.

Химическая обстановка возникает вследствие химического заражения местности, воздуха, водоемов. Химическое заражение характеризуется масштабами, продолжительностью и последствиями. Основными показателями масштабов химического заражения являются размеры района аварии, глубина и площадь распространения первичного и вторичного облака зараженного воздуха.

Временные показатели оценивают время подхода облака зараженного воздуха к заданному объекту и продолжительность проявления последствий заражения.

Последствия химического заражения оцениваются ожидаемыми потерями персонала, населения, объемом заражения оборудования.

Для определения влияния аварийной химической обстановки в зоне химического заражения на персонал, жизнедеятельность населения, действия формирований ликвидации ЧС производится ее выявление и оценка.

Выявление аварийной химической обстановки заключается в определении масштабов и временных показателей заражения.

Оценка аварийной химической обстановки включает:

- анализ выявленной химической обстановки с целью определения влияния на жизнедеятельность населения;
- выбор мероприятий защиты и наиболее целесообразных вариантов действий формирований ликвидации ЧС.

Оценка химической обстановки завершается принятием решения и разработкой соответствующих планирующих документов,

которые определяют последовательность проводимых мероприятий и состав сил и средств, привлекаемых для ликвидации ЧС.

2.4.2. Последовательность прогнозирования химической обстановки

Прогнозирование химической обстановки осуществляется в следующей последовательности:

- прогнозирование масштабов заражения приземного слоя воздуха;
- определение времени подхода облака зараженного воздуха к объекту;
- определение продолжительности поражающего действия АХОВ;
- расчет количества и структуры пораженных.
- При заблаговременном прогнозировании химической обстановки принимаются следующие допущения:
- емкости, в которых хранятся АХОВ, разрушаются полностью;
- толщина слоя разлившейся свободно по подстилающей поверхности ядовитой жидкости принимается равной 5 см по всей площади разлива;
- при проливе хлора или другого АХОВ в поддон или обваловку толщина слоя жидкости h принимается равной: $h = H - 0{,}2$, где H – глубина поддона или высота обваловки;
- внешняя граница зоны заражения рассчитывается по пороговой токсодозе при ингаляционном воздействии хлора 0,6 мг·мин/л;
- предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий составляют не более 4-х часов. По истечении этого времени прогноз уточняется.

Вопросы и задания

1. Перечислите этапы прогнозирования обстановки при чрезвычайных ситуациях. Какова цель прогнозирования на каждом этапе?

2. Как производится прогнозирование последствий пожаров и техногенных взрывов детерминированным вероятностным методами?

3. Как отображается на картах (схемах) прогнозируемый след радиоактивного загрязнения?

4. Как прогнозируется химическая обстановка при авариях с различными АХОВ?

Глава 3. Защита населения в чрезвычайных ситуациях

Крупные техногенные аварии и катастрофы, стихийные бедствия наносят государству большой материальный ущерб, часто приводят к многочисленным человеческим жертвам. Нарастающий в последние десятилетия поток чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера привел к необходимости организации эффективной защиты от поражающих воздействий ЧС.

Цель защиты достигается путем предотвращения или снижения ожидаемого ущерба (потерь).

3.1. Нормативная правовая база обеспечения защиты населения

Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является одной из основных задач государства. Для ее выполнения разрабатываются законодательные акты, принципы и способы защиты, а также мероприятия по предупреждению возникновения и развития ЧС, снижению ущерба и потерь от них, ликвидации последствий ЧС.

Деятельность государственной власти в области защиты населения и территорий от ЧС регламентирована Конституцией Кыргызской Республики, рядом законов, указов Президента и постановлений Правительства Кыргызской Республики, нормативных актов соответствующих министерств и ведомств.

Основополагающим, базовым законом, который фактически положил начало формированию новой государственной системы защиты от ЧС, является закон «О Гражданской защите» от 31 июля 2009 года № 66. В этом законе дается определение основных понятий, излагаются принципы защиты населения и территорий от ЧС, полномочия всех органов государственной власти в области защиты от ЧС, в том числе Президента, Жогорку Кенеша, Правительства и уполномоченного государственного органа Кыргызской Республики, обязанности, министерств и ве-

домств, местных государственных администраций, органов местного самоуправления и организаций, права и обязанности населения в области Гражданской защиты.

Закон также определяет права и обязанности граждан КР в области гражданской защиты, меры по социальной защите пострадавших, порядок подготовки населения в области защиты.

Права граждан КР изложены в статье 12 Закона. В частности, граждане КР имеют право:

1. на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;

- на бесплатное медицинское обслуживание и лечение при нахождении в зонах чрезвычайных ситуаций;
- на использование средств коллективной и индивидуальной защиты, другого имущества местных государственных администраций, органов местного самоуправления и организаций, предназначенных для выполнения мероприятий Гражданской защиты;
- вступать в состав добровольных (общественных) спасательных формирований;
- быть информированным о риске, которому население может подвергнуться в определенных местах пребывания на территории Кыргызской Республики, и о мерах необходимой безопасности.

2. Населению, принимающему непосредственное участие в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, в установленном порядке предоставляется право на получение компенсаций и льгот за работу в зонах чрезвычайных ситуаций.

Компенсации и льготы, предоставляемые населению Кыргызской Республики, устанавливаются Правительством Кыргызской Республики.

Граждане КР обязаны:

- соблюдать законы и иные нормативные правовые акты Кыргызской Республики в области Гражданской защиты;
- соблюдать меры безопасности в повседневной деятельности, не допускать нарушений, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций;

- изучать способы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, приемы оказания первой медицинской помощи, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты;
- выполнять установленные правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций;
- оказывать содействие органам государственной власти и организациям в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Набор правовых норм, регулирующих отношения, связанные с защитой материальных и культурных ценностей, объектов хозяйственного и иного назначения содержится в законах «О пожарной безопасности». В законе «О государственном материальном резерве» изложены правовые основы создания и использования указанного резерва для обеспечения первоочередных работ при ликвидации ЧС.

Названные законы составляют основу нормативной правовой базы, регулирующей отношения в области защиты населения и территорий от ЧС.

3.2. Организация гражданской защиты в Кыргызской Республике

Организация и ведение Гражданской защиты являются одними из важнейших функций государства, составной частью обеспечения национальной безопасности Кыргызской Республики. Гражданская защита организуется и ведется в Кыргызской Республике по территориально-производственному принципу.

Планирование и осуществление мероприятий по Гражданской защите проводятся органами управления Гражданской защиты с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени опасности возникновения чрезвычайных ситуаций.

План мероприятий по Гражданской защите определяется Правительством Кыргызской Республики, исходя из принципа необходимой достаточности и использования имеющихся сил и средств.

Мероприятия по Гражданской защите осуществляются силами и средствами государственных органов, местных государственных администраций, органов местного самоуправления и организаций, на территории которых возникла чрезвычайная ситуация.

Подготовка государства к Гражданской защите в военное время осуществляется органами управления Гражданской защиты заблаговременно, в мирное время – с учетом развития вооружения, военной техники и средств защиты населения от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Ведение Гражданской защиты в военное время на территории Кыргызской Республики или в отдельных ее местностях начинается с момента объявления войны Президентом Кыргызской Республики или фактического начала военных действий.

Структура гражданской защиты и ее органов управления соответствует принятой в Кыргызской Республике системе организации хозяйственного и военного управления и позволяет эффективно выполнять задачи как мирного, так и военного времени.

Силы гражданской защиты. В состав сил гражданской защиты входят войска Гражданской защиты, подразделения Государственной противопожарной службы и невоенизированные противопожарные формирования, а также формирования Гражданской защиты.

Для решения задач в области гражданской защиты могут привлекаться организации и учреждения соответствующего профиля: органы здравоохранения, охраны общественного порядка, предприятия коммунального хозяйства, противопожарные службы, организации, занимающиеся материально-техническим обеспечением и др.

Войска Гражданской защиты являются многопрофильной высокоэффективной спасательной системой с оптимальной численностью, составляющей организационное ядро сил спасения.

Основные задачи войск Гражданской защиты:

- поддержание частей и подразделений в постоянной готовности к выполнению задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

- организация и проведение мобилизационных мероприятий по подготовке и развертыванию в военное время;
- создание и подготовка добровольных спасательных формирований;
- накопление, размещение, хранение и своевременное обновление вооружения, техники, других материально-технических средств, предназначенных для развертывания и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в мирное и военное время;
- ведение различных видов разведки в зонах чрезвычайных ситуаций и на маршрутах выдвижения к ним;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ по локализации и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций различного характера на территории Кыргызской Республики, а также в составе Корпуса сил Содружества Независимых Государств на территориях иностранных государств, в соответствии с международными соглашениями, вступившими в силу в установленном порядке;
- участие в обеспечении пострадавшего населения средствами первоочередного жизнеобеспечения и оказание медицинской помощи;
- оперативное управление ведомственными, добровольными и иными спасательными и пожарными формированиями, а также другими силами и средствами, привлекаемыми к аварийно-спасательным и другим неотложным работам;
- взаимодействие с органами исполнительной власти, местного самоуправления и организациями в плане привлечения их сил и средств для участия в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- участие и осуществление научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- организация и осуществление подготовки и переподготовки кадров войск Гражданской защиты, повышение их квалификации и профессионального мастерства, осуществление программно-методического обеспечения учебного процесса;

- участие в международных учениях, соревнованиях, сборах, семинарах и других мероприятиях, направленных на совершенствование боевой и специальной подготовки частей и подразделений войск Гражданской защиты.

Особенности деятельности войск Гражданской защиты на военное время:

- отмобилизование и развертывание по штатам военного времени частей и соединений;
- обеспечение ввода сил Гражданской защиты в очаги поражения и зоны чрезвычайной ситуации, возникших вследствие ведения военных действий;
- ведение различных видов разведки на маршрутах движения сил Гражданской защиты и в зонах чрезвычайных ситуаций;
- участие в проведении работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения, выполнение отдельных задач территориальной обороны, связанных с восстановлением аэродромов, дорог, переправ и других важных элементов инфраструктуры тыла, осуществление борьбы с диверсионно-разведывательными группами противника;
- проведение ритуальных мероприятий.

Во время военных действий личный состав войск Гражданской защиты не может привлекаться к выполнению каких-либо воинских обязанностей, не связанных с задачами ведения Гражданской защиты. Войска Гражданской защиты и проходящие в них службу военнослужащие не могут участвовать непосредственно в военных действиях и выполнять какие-либо задачи, кроме задач гражданской, территориальной и местной обороны.

Организационно-штатная структура частей и подразделений войск Гражданской защиты в пределах установленной Президентом Кыргызской Республики численности утверждается руководителем уполномоченного государственного органа.

Глава 4. Защита от опасных воздействий в техносфере

Защита населения и территорий является одной из важнейших задач, в области устойчивого функционирования биосферы и техносферы. Защита состоит в снижении уровней опасных факторов, действующих на людей, объекты техносферы окружающую среду, а применительно к потенциально опасным объектам в случае их аварии – на персонал, население и окружающую среду. Состояние безопасности достигается при условии снижения воздействий до допустимых уровней. К защите также относятся мероприятия по смягчению последствий аварий.

Защите в ЧС подлежит все население с учетом численности и особенностей составляющих его основных категорий и групп людей на конкретных территориях: демографических (возраст, пол) и по состоянию здоровья. Эти особенности подлежат учету при выборе эффективных, социально обусловленных и экономически реальных вариантов защиты, соответствующих специфике защищаемого контингентов. При разработке планов защиты населения в ЧС на подконтрольных территориях необходимо проведение организации защиты и проведении всесторонней подготовки к выполнению комплекса защитных мероприятий.

Мероприятия по подготовке к действиям по защите населения в ЧС следует планировать и осуществлять дифференцированно по видам и степеням возможной опасности на конкретных территориях с учетом:

- насыщенности этих территорий объектами промышленного назначения, гидротехнических сооружений, объектами и системами производственной и социальной инфраструктуры;
- наличия, номенклатуры, мощности и размещения потенциально опасных объектов;
- характеристик, в том числе по стоимости и защитным свойствам в условиях ЧС, имеющихся зданий и сооружений и их строительных конструкций;
- особенностей расселения жителей;
- климатических и других местных условий.

Значительные последствия аварий с потенциально опасными объектами обусловили необходимость оснащения их специальными системами защиты (безопасности). Задачи системы защиты в функционирующих объектах – предотвращение развития аварийных ситуаций в аварию, либо ограничение последствий аварии, в объектах одноразового применения (не функционирующих в процессе эксплуатации) – предотвращение воздействия внешних факторов.

Защита населения – это комплекс взаимоувязанных по месту, времени проведения, цели и ресурсам мероприятий управления, направленных на оперативное устранение или снижение угрозы жизни и здоровья людей на пострадавших территориях. Это выполняется в случае реальной опасности возникновения или в условиях реализации опасных и вредных факторов стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф.

По цели меры защиты делятся: на меры снижения риска возникновения ЧС и меры по смягчению последствий произошедших ЧС.

По времени проведения различают превентивные меры защиты населения и меры по смягчению уже произошедших ЧС, то есть реагированию.

По месту меры защиты делятся: на защиту объектов воздействия опасных факторов и защиту потенциальных источников опасности (потенциально опасных объектов) от внешних инициирующих воздействий.

К объектам защиты можно отнести человека, общество, государство, природную среду (биосферу), техносферу. Систему защиты населения в ЧС следует формировать на основе разбивки подконтрольной территории на зоны вероятных ЧС по результатам:

- анализа вероятности возникновения на данной территории и на отдельных ее элементах ЧС;
- прогнозирования характера, масштабов и времени существования вероятных ЧС;
- оценки возможных факторов риска, интенсивности формирования и проявления поражающих факторов и воздействий источников ЧС;

- оценки особенностей техносферы и населения подконтрольной территории, а также ее элементов по показателям и характеристикам.

Системы защиты по принципу действия бывают пассивные и активные.

Пассивная, или жесткая, защита основана на создании физических барьеров на пути распространения аварийных факторов к узловым точкам потенциально опасных объектов, а также на пути выхода из объекта и распространения поражающих факторов. Преодоление этих барьеров требует затраты большого количества энергии.

Активная, или функциональная, защита включает в себя комплекс технического оборудования, в основе которого имеются чувствительные датчики, следящие за состоянием потенциально опасных объектов, и системы, препятствующие развитию аварийных ситуаций в аварию.

Системы защиты потенциально опасных объектов основаны чаще всего на принципе прерывания (подавления) аварийного процесса или формирующегося опасного фактора, а также отключения из функциональной схемы объекта аварийного блока.

4.1. Основные принципы защиты населения

Основными принципами защиты населения являются:

1. *Принцип предвидения будущих угроз*. Сущность его заключается в необходимости обеспечения безопасности новых технологий на стадии их разработки на основе прогнозирования возможных негативных воздействий на человека, техносферу, биосферу и не только на ближайшее будущее, но и на перспективные последствия.

2. *Принцип нормирования.* Сущность его заключается в непревышении допустимых пределов воздействия.

3. *Принцип обоснования* – предотвращенный, благодаря своевременно принятым мерам, ущерб превышает затраты на осуществление этих мер.

4. *Принцип оптимизации* – поддержание на возможно низком и достижимом уровне внешних воздействий и числа лиц, под-

вергшихся воздействию в любых видах деятельности, то есть предупреждение аварийных ситуаций и опасных явлений природы, повышение защищенности опасных объектов, оснащение физическими барьерами и системами защиты, а также снижение риска возможного ущерба от аварий или катастроф.

5. *Принцип избирательности* – в первую очередь реализуются те меры, которые приводят к наибольшему повышению безопасности при одинаковых затратах.

6. *Принцип достаточности* – объем принимаемых мер защиты должен обеспечивать приемлемый уровень безопасности.

7. *Принцип оправданного риска* – польза для общества от применения опасных технологий должна превышать возможный ущерб, а за дополнительные факторы риска категориям рискующих сверх приемлемого в среднем для общества уровня должны предусматриваться социально-экономические компенсации.

Актуальной проблемой обеспечения защиты является управление природными и техногенными рисками, то есть разработкой и обоснованием оптимальных программ деятельности, призванных эффективно реализовывать решения в области обеспечения безопасности.

Управление природными и техногенными рисками в масштабе крупного города целесообразно осуществлять по схеме:

1) установление уровня приемлемого риска и механизма государственного регулирования безопасности, исходя из экономических и социальных факторов;

2) мониторинг окружающей среды и анализ риска для жизнедеятельности населения;

3) рациональное распределение средств на превентивные меры по снижению риска и меры по смягчению последствий ЧС;

4) осуществление мер предупредительного характера по снижению риска ЧС;

5) проведение спасательных и восстановительных работ при ЧС.

Меры защиты осуществляются по двум основным направлениям:

1. Превентивные меры по снижению рисков и смягчению последствий ЧС, осуществляемые заблаговременно.

2. Меры по смягчению последствий уже произошедших ЧС, включающие экстренное реагирование, спасательные работы, мероприятия по ликвидации последствий, возмещение ущерба.

В качестве мер защиты могут рассматриваться:

- предупреждение аварийных ситуаций и некоторых опасных природных явлений;
- повышение защищенности и стойкости потенциально опасных объектов;
- оснащение ПОО системами защиты и повышение надежности этих систем;
- введение дополнительных физических барьеров;
- снижение возможного ущерба от катастроф путем своевременного отселения людей или перемещения опасных объектов;
- подготовка сил и средств к ликвидации последствий аварий.

Мероприятия, которые необходимо применять для защиты населения и территорий крупных промышленных центров в чрезвычайных ситуациях:

- укрытие населения в приспособленных помещениях и в специальных защитных сооружениях следует проводить по месту постоянного проживания или временного нахождения людей непосредственно во время действия поражающих факторов источников ЧС, а также при угрозе их возникновения;
- эвакуация населения из зон ЧС проводится в случае угрозы возникновения или появления реальной опасности формирования в этих зонах под влиянием разрушительных и вредоносных сил природы, техногенных факторов и применения современного оружия, критических условий для безопасного нахождения людей. Эвакуацию следует осуществлять путем организованного вывода или вывоза населения в близлежащие безопасные места, заранее подготовленные по планам экономического и социального развития соответствующих регионов, городов и населенных пунктов и оборудованные в соответствии с требованиями и нормативами временного размещения, обеспечения жизни и быта людей;

- использование средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов предотвращают сверхнормативное воздействие на людей опасных и вредных аэрозолей, газов и паров, попавших в окружающую среду при разрушении оборудования и коммуникаций соответствующих объектов, а также снижает нежелательные эффекты действия на человека светового, теплового и ионизирующего излучений. В качестве средств индивидуальной защиты органов дыхания следует использовать противогазы, респираторы и подручные средства (противопыльные тканевые маски и повязки). В качестве средств индивидуальной защиты кожи надлежит использовать общевойсковые защитные комплекты, различные защитные костюмы и простейшие средства защиты кожи (производственная и повседневная одежда, при необходимости пропитанная специальными растворами);
- мероприятия медицинской защиты населения при ЧС следует проводить с целью предотвращения или снижения тяжести ущерба для жизни и здоровья людей под воздействием опасных и вредных факторов стихийных бедствий, аварий и катастроф, а также для обеспечения эпидемического благополучия в районах ЧС и в местах дислокации эвакуированных. Эти цели должны достигаться применением профилактических медицинских препаратов-антидотов, протекторов, своевременным оказанием квалифицированной медицинской помощи, пораженным и их специализированным стационарным лечением, иммунопрофилактикой среди категорий лиц повышенного риска инфицирования и проведением других противоэпидемических мероприятий. Первую медицинскую помощь пострадавшим до их эвакуации в лечебные учреждения оказывают непосредственно в очагах поражения в ходе спасательных работ;
- аварийно-спасательные и другие неотложные работы в зонах ЧС следует проводить с целью срочного оказания помощи населению, которое подверглось непосредственному или косвенному воздействию разрушительных и вредонос-

ных сил природы, техногенных аварий и катастроф, а также для ограничения масштабов, локализации или ликвидации возникших при этом ЧС. Комплексом аварийно-спасательных работ необходимо обеспечить поиск и удаление людей за пределы зон действия опасных и вредных для жизни и здоровья факторов. Неотложные работы должны обеспечить блокирование, локализацию или нейтрализацию источников опасности, снижение интенсивности, ограничение распространения и устранение действия полей поражающих факторов в зоне бедствия, аварии или катастрофы до уровней, позволяющих эффективно применить другие мероприятия защиты. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы следует планировать и осуществлять с использованием сил и средств министерств и ведомств, межотраслевых государственных объединений, территориальных, функциональных и ведомственных подсистем ГСГЗ по принадлежности подконтрольных им территорий и объектов, располагающих необходимыми специалистами и техническими средствами, которые пригодны для использования в очагах поражения в целях перевозки людей, в том числе с травмами и повреждениями, производства демонтажных, монтажных, дорожных, погрузочно-разгрузочных и земляных работ, проведения дегазации, дезактивации, дезинфекции.

4.2. Меры безопасности и защиты от опасных природных явлений

Меры безопасности должны учитываться на начальных стадиях проектирования производств и ОПУ с использованием наиболее современных стандартов, строительных норм и правил, руководств по эксплуатации и стандартов предприятий.

В техническом проекте, например, безопасность ОПУ может быть увеличена следующим образом:

- минимизацией в практически допустимых пределах применения опасных веществ, заменой опасных веществ менее опасными при условии снижения совокупного риска ОПУ;

- сокращением запасов опасных веществ, упрощением процесса, снижения экстремальных параметров (температуры и давления) процесса, отделением людей от опасных веществ и созданием в пределах самих ОПУ специальных мест хранения опасных веществ на случай возникновения аварий;
- учетом возможных сценариев развития аварий и введением дополнительных защитных систем (эффективных средств сброса давления, систем подавления пожаров и взрывов, вспомогательных источников питания для систем управления и др.).

Системы управления должны быть отказоустойчивыми по отношению к возможным неполадкам и сбоям в работе технологического оборудования, трубопроводной арматуры, приборов контроля, исполнительных механизмов, к возможным человеческим ошибкам. Персонал опасных производств обязан участвовать в принятии решений относительно проектов их рабочих мест, вопросов размещения критичных и жизненно важных приборов и средств управления, контроля, диагностики, защиты, безопасности, что позволит использовать опыт и знания экспертов-профессионалов.

На этапе строительства ОПУ безопасность может быть повышена путем: регулярного авторского надзора за соблюдением принятых проектных решений и требований по безопасности; установки соответствующего оборудования, средств управления, контроля, диагностики и защиты; документирования всех отклонений от проектов и принятия дополнительных решений до ввода ОПУ в эксплуатацию.

Любое предприятие обязано:

- регулярно проверять характеристики безопасности и качество противоаварийных систем всех ОПУ своих филиалов и по мере возможности дочерних предприятий, удостоверяясь в приемлемости их уровня безопасности;
- обеспечивать их всей связанной с безопасностью информацией, включая вновь полученные данные, результаты исследований, технологию и методы управления, снижающие вероятность крупных аварий или смягчающие их последствия;

- вести регистрацию записей о производстве и видах опасных веществ, их применении, объемах и местах хранения в филиалах и дочерних предприятиях с целью быстрого обмена информацией о вероятности возникновения аварий;
- информировать руководство филиалов о происшедшей аварии, ее вероятных причинах и выдавать рекомендации о немедленной проверке безопасности (в дальнейшем им должен быть представлен отчет об аварии).

На этапе эксплуатации должны быть реализованы следующие процедуры безопасности:

- наличия на каждой ОПУ письменных эксплуатационных руководств и инструкций с целью определения условий, удовлетворяющих цели проекта ОПУ и поддержания ее целостности, с учетом действующих норм, стандартов и инструкций на оборудование, помещения и рабочие места;
- процесс передачи новых продуктов, процессов или оборудования со стадии исследований в производство должен сопровождаться подписанием акта приема-передачи, подготовкой эксплуатационных инструкций по безопасности с целью сохранения приобретенных во время исследований знаний и опыта;
- наличия эффективной защиты от аварий в аномальных условиях (при отсутствии важных приборов, сигнализации и аварийного оборудования, во время стрессовых ситуаций и др.), а также использования средств охраны, предотвращения пожаров и защиты персонала, безопасного отключения и вывода ОПУ из эксплуатации;
- наличия эффективных каналов связи и обмена информацией между руководством и персоналом;
- организации обучения и подготовки всего персонала ОПУ, временных работников и подрядчиков с подтверждением их компетентности и осведомленности о нормальных и аномальных условиях соответствующими документами;
- ведения оперативно-справочной документации, фиксации в ней текущей информации, сбора сведений об опасностях и т. п.

Особое внимание следует уделять человеческому фактору в предотвращении аварии, идентификации и оценке опасностей, соответствия ментальных (учет информации и принятия решений) и физических характеристик персонала специфике порученной работы, анализу ошибок персонала и их причин.

Техническое обслуживание, инспекции и проверки оборудования должны проводиться по соответствующим программам, своевременно выполняться с регистрацией всех проведенных работ, модификаций выявленных неисправностей, дефектов и отказов с обеспечением полной гарантии сохранения уровней безопасности ОПУ.

Руководство ОПУ должно иметь гарантии по пригодности сооружений хранения категориям опасных веществ и достаточной компетентности в вопросах безопасности заведующего хранилищем и его персонала. Поставщики опасных веществ или владелец хранилища должны предоставлять заведующему складом информацию, необходимую для предотвращения пожаров и взрывов и принятия соответствующих противоаварийных действий (ведомости данных о безопасности материалов, готовых и промежуточных продуктов, продуктов реакций или разложения). Должно обеспечиваться разделение несовместимых веществ, наличие маркировки, средств автоматизированного учета и обработки опасных веществ, средств безопасности и противопожарного оборудования. План хранилища с указанием местоположения, объемов и характера опасных веществ должен представляться пожарным службам. Необходимы регулярная проверка условий хранения, исключение дополнительных потенциальных источников возгорания (курение, огневые и сварочные работы и др.).

ОПУ должны быть предметом регулярного контроля, пересмотра и оценки текущих характеристик безопасности с целью постоянного снижения риска, распознавания новых видов риска и соответствия национальным и международным юридическим актам, стандартам, нормам и руководствам. Государственные органы, отвечающие за безопасность, должны иметь свободный доступ к ОПУ, располагать информацией, необходимой для проведения инспекций и контроля и освещать в печати свои цели и результаты контроля и проверки состояния безопасности производств.

Население, находящееся под потенциальной угрозой, должно:

- иметь общую информацию о характере, масштабах, возможных последствиях для здоровья человека и экосистем в результате крупных аварий;
- располагать своевременной информацией о соответствующем поведении и предпринимаемых мерах безопасности в случае аварий;
- участвовать в разработке планов подготовки к ЧС.

Информация о возможных вредных эффектах ОПУ должна распространяться активно и открыто, быть исчерпывающей, корректной, вызывающей доверие, ясной и последовательной. Государственные органы должны инициировать дискуссии по проблеме приемлемости (допустимости) риска для более глубокого знакомства населения с понятиями риска и их заинтересованного участия в процессах принятия решений по программам и планам готовности к ЧС.

Планы готовности к действиям при возникновении ЧС. Государственные органы из всех уровнях и руководство ОПУ должны сформировать программы и планы готовности к ЧС как внутри, так и вне промышленных площадок с учетом мнений местного населения, совокупности дестабилизирующих факторов и всего спектра аварий (включая маловероятные аварии с катастрофическими последствиями).

Планы действий при ЧС должны позволять гибко реагировать на различные возможные ситуации, не содержать предписывающих инструкций по действиям в ЧС, так как характер аварий различен и часто обусловлен массой противоречивых факторов, которые могут быть и не учтены в процессе планирования.

Все ответственные лица и заинтересованные стороны должны выделять соответствующие ресурсы, оборудование, средства связи и индивидуальные средства защиты для немедленной реализации планов действий при ЧС, в случае возникновения аварии или ее угрозы. Все они должны заранее ознакомиться с соответствующей информацией относительно ОПУ, химическими и физическими свойствами, месторасположением опасных веществ, источников водо- и пеноснабжения и прочего противопожарного оборудования.

Руководители на площадке должны ознакомить свой персонал с возможностями и планами действий при ЧС, персонал противопожарных и прочих служб, принимающих участие в ликвидации аварий, с различными сценариями аварий и конкретными действиями в каждом случае.

Планы действий при ЧС должны периодически корректироваться с учетом происходящих изменений на ОПУ, жилищного строительства, развития производства, совершенствования технологии, опыта, накопленного в течение обучения, тренировок и проверок персонала.

Рекомендуется вести регистрацию всех действий и решений, принятых во время аварий, с целью последующей оценки планов и изучения опыта.

Все ОПУ должны располагать планами действий при ЧС, адаптированными под каждую ситуацию с рассмотрением всех возможных сценариев аварий.

План действий при ЧС на площадке должен быть достаточно гибким и содержать:

- масштабный план площадки с перечнем всех обрабатываемых опасных веществ, их количеств и места расположения относительно окружающего региона и населения;
- оценку возможной опасности и информацию о каждом опасном веществе, а также об условиях их обработки, обращения и хранения.

Следует поддерживать оборудование и средства защиты в полной готовности, подготовить соответствующую информацию, которая может потребоваться в случае аварии (аналитические методы и средства обнаружения опасных веществ, предохранительные и другие меры при нарушении защитной оболочки опасного вещества и др.). Необходимо разработать модели большинства вероятных аварий и их возможных эффектов, гибких замен персонала и ЛПР при необходимости с указанием функций и обязанностей всех участников ликвидации аварий, иерархии подчиненности и координации действий участников; следует регулярно проверять уровень готовности линий связи, средств получения необходимой информации. На промышленной площадке,

помимо руководства предприятий, следует назначить инспекторов и главного инспектора, осуществляющих соответствующие действия на площадке при ЧС и общее руководство из центра управления ЧС.

Весь персонал и подрядчики ОПУ должны полностью представлять себе соответствующие положения плана действий при ЧС площадке (перечень своих действий, включая локализацию выброса опасных веществ, эвакуацию персонала и сосредоточение в заранее определенной точке сбора, процедуры поднятия тревоги в случае аварии или ее непосредственной угрозы).

Административно-государственными органами должны быть разработаны адекватные планы готовности к ЧС вне площадки существования ОПУ, в которых отражаются:

- цели плана, соответствующая информация относительно ОПУ и близлежащих районов;
- оценка опасностей (в том числе транспортных опасностей), которые могут привести к ЧС;
- выполняемые процедуры и ответственные органы;
- состав участников противоаварийных действий, их функции, ресурсы, возможности, обязательства и степень участия (милиция, противопожарная, медицинская (больницы,), транспортная службы, службы социального обеспечения, гражданской обороны, коммунальные службы).

При определении функций и обязанностей всех заинтересованных сторон в планах должны быть четко определены:

- иерархия подчиненности и координации сторон линии связи и средства получения необходимой технической, метеорологической и медицинской информации;
- лицо, ответственное за координацию в ЧС, обладающее необходимыми полномочиями для мобилизации и координации аварийных служб.

Например, население должно постоянно получать соответствующую информацию о поведении и мерах безопасности. Необходимо учитывать прогнозируемую реакцию населения на стрессовые, непредвиденные события, определяемую не разумом, а инстинктом (спасение своих детей и близких и др.). Должны

существовать системы аварийного оповещения и сигнализации для предупреждения населения (сирены, АТС, сообщения по радио, телевидению, местному вещанию и др.).

Государственные органы здравоохранения должны формировать собственные планы относительно медицинских проблем на национальном, региональном и местном уровнях, участвовать в национальном и местном планировании действий при ЧС, в экспертизах, формировании бригад скорой помощи, подготовке информации для средств массовой информации, консультациях по медицинским аспектам химических и прочих аварий, дезактивации территорий и др.

Руководство ОПУ должно оперативно уведомлять органы, ответственные за действия при ЧС, обо всех опасных происшествиях, наносящих потенциальный ущерб человеку и окружающей среде. Первоначально должно сообщаться о характере происшествия, возможности проявления эффектов вне промышленной площадки. Уведомление от руководства ОПУ должно приводить к реализации плана действий при ЧС, начиная с исходной оценки ситуации и кончая решением о необходимых мероприятиях по ликвидации ЧС.

Расследование всех значительных происшествий должно выполняться промышленными предприятиями с предоставлением письменных отчетов, идентифицирующих причины происшествий, отклонения в технологии или процедурах, предпосылки к авариям. Местное руководство несет ответственность за проведение немедленного расследования и тщательного анализа всех происшествий. Государственные органы должны проводить независимое расследование всех крупных аварий.

Подводя итоги всему вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее часто производственные аварии и катастрофы происходят на предприятиях производящих, использующих или хранящих АХОВ; предприятиях нефтяной и газовой промышленности; на железнодорожных станциях и других опасных объектах экономики.

2. Причинами большинства аварий являются ошибки при проектировании объектов, низкое качество строительных работ,

несоблюдение правил по технике безопасности, отсутствие постоянного контроля за состоянием производства и, особенно, при использовании легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ, нарушение технологии производства и правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, а также низкая трудовая и производственная дисциплина.

3. Для особо опасных производств и отдельных процессов должны тщательно разрабатываться мероприятия по локализации аварий. При разработке мероприятий локализации аварий необходимо исходить из реально возможных аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации производства.

4. Для предотвращения и минимизации риска от возникновения технологических, социальных, промышленных и прочих ЧС, аварий и катастроф разработать стратегии управления риском в условиях чрезвычайной ситуации и технологической катастрофы.

Увеличение современных производств, разработка новых эффективных технологических процессов с параметрами, близкими к критическим, синтез целевых конечных продуктов при концентрациях исходных веществ, близких к стехиометрическим, обусловливают опасность возникновения более сильных пожаров и взрывов. Это требует создания живучих, надёжных средств и систем автоматизации, контроля и диагностики, как для отдельных технологических процессов, так и для объектов в целом.

Необходим поиск эффективных способов и альтернатив снижения опасностей и риска, методов проектирования и применения надёжно функционирующих средств управления, противоаварийной защиты, контроля и сигнализации. Для безопасного ведения процессов необходимо знание всех тонкостей технологии, специфики влияния возникновения дефектов, отказов и сбоев на качество работы оборудования и средств автоматизации и связанных с ним отклонений, накапливаемых под действием технологических нагрузок, а также применение новых средств автоматизации и управления. Только при совокупности всего вышесказанного можно обеспечить безопасность техносферы и биосферы, защиту жизни и здоровья людей.

4.3. Защита человека от физических негативных факторов

Защита человека от физических негативных факторов осуществляется тремя основными методами: ограничением времени пребывания в зоне действия физического поля, удалением от источника поля и применением средств защиты, из которых наиболее распространены экраны, снижающие уровень физического поля. Эффективность экранирования принято выражать в децибелах:

Защита от вибрации

Для защиты от вибрации необходимо применять следующие методы:

- снижение виброактивности машин;
- отстройка от резонансных частот;
- вибродемпфирование;
- виброгашение – для высоких и средних частот;
- повышение жесткости системы – для низких и средних частот;
- виброизоляция;
- применение индивидуальных средств защиты.

Снижение виброактивности машин достигается изменением технологического процесса, применением машин с такими кинематическими схемами, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, резкими ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены (например замена клепки сваркой); хорошей динамической и статической балансировкой механизмов, смазкой и чистотой обработки взаимодействующих поверхностей; применением кинематических зацеплений пониженной виброактивности (например использование шевронных и косозубых зубчатых колес вместо прямозубых); заменой подшипников качения на подшипники скольжения; применением конструкционных материалов с повышенным внутренним трением.

Отстройка от резонансных частот заключается в изменении режимов работы машины и соответственно частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы (например, установка ребер

жесткости) или изменения массы системы (например, закрепление на машине дополнительных масс).

Вибродемпфирование — это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов внутреннего трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция.

Вибродемпфирование осуществляется нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение, – мягких покрытий (резина, покрытие «Агат», пенопласт ПХВ-9, мастики ВД17-59, «Антивибрит») и жестких (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия); применением поверхностного трения (например использование прилегающих друг к другу пластин, как у рессор), установкой специальных демпферов. Примером таких демпферов могут являться амортизаторы автомобилей, которые подавляют раскачку машины.

Виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Одним из способов подавления вибраций является установка динамических виброгасителей, представляющих собой дополнительную колебательную систему с массой и жесткостью. Динамический виброгаситель крепится на вибрирующем агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата. Недостатком динамического виброгасителя является то, что он подавляет колебания только определенной частоты, соответствующей его собственной. Такие виброгасители применяют в агрегатах, например, турбогенераторах, имеющих характерный, постоянный во времени дискретный спектр вибрации.

Повышение жесткости системы – например, путем установки ребер жесткости.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи, равным отноше-

нию амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации.

Виброизоляция только в том случае снижает вибрацию, когда КП < 1. Чем меньше КП, тем эффективнее виброизоляция. Виброизолироваться может источник вибрации или рабочее место обслуживающего установку персонала. Для защиты от вибрации человека-оператора применяются разнообразные средства. Средства коллективной защиты (СКЗ) располагаются между источником вибрации и оператором. К СКЗ оператора относятся подставки, сидения, кабины, рукоятки.

Виброзащитные подставки – наиболее приемлемые средства защиты от общей вибрации при работе стоя. Основной частью подставки является опорная плита, на которой стоит и выполняет работу оператор.

Средства виброизоляции могут размещаться сверху плиты, снизу плиты или с обеих сторон одновременно. В зависимости от принятой схемы их взаимного расположения виброзащитные подставки изготавливают с опорными, встроенными, накладными или комбинированными виброизоляторами. На практике применяются различные конструктивные схемы подставок: с резиновыми и пневмобаллонными виброизоляторами, с пружинными виброизоляторами.

Виброзащитные сидения применяют, если оператор выполняет работу сидя. Подвижные рабочие места, расположенные на транспортных машинах и перемещающихся технологических агрегатах, оснащают сидениями со встроенными средствами виброизоляции.

Виброзащитные кабины используют в тех случаях, когда на человека-оператора воздействует не только вибрация, но другие негативные факторы: шум, излучения, химические вещества и т. д. Виброзащитная кабина в отличие от обычных кабин, защищающих человека от вредных факторов, устанавливается на виброизолирующих опорах. В зависимости от действующих одновременно с вибрацией вредных факторов виброзащитные кабины могут быть шумовиброзащитными, пылевиброзащитными и т. п.

Виброзащитные рукоятки предназначаются для защиты от локальной вибрации рук оператора.

По месту расположения виброизоляторов рукоятки классифицируются на:

- рукоятки с промежуточными виброизоляторами, в которых виброизоляторы расположены между корпусом ручной машины и рукояткой, охватываемой рукой оператора;
- рукоятки со встроенными виброизоляторами, размещенными непосредственно в теле рукоятки;
- рукоятки с накладными виброизоляторами, в которых упругие полимерные накладки и облицовки размещены на наружной поверхности рукоятки и контактируют с руками оператора;
- рукоятки с комбинированными виброизоляторами, предусматривающие различные сочетания промежуточных, встроенных и накладных виброизоляторов.

В качестве *средств индивидуальной защиты* от вибрации используются: для рук – виброизолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки; для ног – виброизолирующая обувь, стельки, подметки.

Виброзащитные рукавицы отличаются от обычных рукавиц тем, что на их ладонной части или в накладке закреплен упругодемпфирующий элемент. Этот элемент выполняется из поролона, однако более эффективно использование пеноэласта, губчатой резины. Применяются рукавицы с эластично-трубчатыми элементами.

На рукавице имеются трубчатые элементы, закрепленные накладками и расположенные вертикальными рядами параллельно друг другу и перпендикулярно оси рукавицы. Также рукавицы могут выполняться с накладным карманом, в который вставляется накладка с эластично-трубчатыми элементами.

Виброзащитная обувь изготовляется в виде сапог, полусапог, полуботинок как мужских, так и женских, и отличается от обычной обуви наличием подошвы или вкладыша из упругодемпфирующего материала.

4.4. Защита от шума, инфра- и ультразвука

Для защиты от акустических колебаний (шума, инфра- и ультразвука) можно использовать следующие методы:

- снижение звуковой мощности источника звука;
- размещение рабочих мест с учетом направленности излучения звуковой энергии;
- удаление рабочих мест от источника звука;
- акустическую обработку помещений;
- звукоизоляцию;
- применение глушителей;
- применение средств индивидуальной защиты.

Снижение звуковой мощности источника звука. Для снижения шума механизмов и машин применяют методы, аналогичные методам, снижающим вибрацию машин, так как вибрация является источником механического шума.

Аэродинамический шум, вызываемый движением потоков воздуха и газа и обтеканием им элементов механизмов и машин, – наиболее мощный источник шума, снижение которого в источнике наиболее сложно. Для уменьшения интенсивности генерации шума улучшают аэродинамическую форму элементов машин, обтекаемых газовым потоком, и снижают скорость движения газа.

Изменение направленности излучения шума. При размещении установок с направленным излучением необходима соответствующая ориентация этих установок по отношению к рабочим и населенным местам, поскольку величина направленности может достигать 10...15 дБ. Например, отверстие воздухозаборной шахты вентиляционной установки или устье трубы сброса сжатого газа необходимо располагать так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места.

Удаление рабочих мест от источника звука. Увеличение расстояния от источника звука в 2 раза приводит к уменьшению уровня звука на 6 дБ.

Акустическая обработка помещения – это мероприятие, снижающее интенсивность отраженного от поверхностей поме-

щения (стен, потолка, пола) звука. Для этого применяют звукопоглощающие облицовки поверхностей помещения и штучные (объемные) поглотители различных конструкций, подвешиваемые к потолку помещения. Поглощение звука происходит путем перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту за счет потерь на трение в пористом материале облицовки или поглотителя. Для большей эффективности звукопоглощения пористый материал должен иметь открытые со стороны падения звука незамкнутые поры. Звукопоглощающие материалы характеризуются коэффициентом звукопоглощения, равным отношению звуковой энергии, поглощенной материалом, и энергии, падающей на него. Звукопоглощающие материалы должны иметь коэффициент звукопоглощения не менее 0,3. Чем это значение выше, тем лучше звукопоглощающий материал. Звукопоглощающие свойства пористых материалов определяются толщиной слоя, частотой звука, наличием воздушной прослойки между материалом и поверхностью помещения.

Установка звукопоглощающих облицовок снижает уровень шума на 6...8 дБ в зоне отраженного звука (вдали от его источника) и на 2...3 дБ – в зоне превалирования прямого шума (вблизи от источника). Несмотря на такое относительно небольшое снижение уровня шума, применение облицовок целесообразно по следующим причинам: во-первых, спектр шума в помещении меняется за счет большей эффективности (8...10 дБ) облицовок на высоких частотах: он делается более глухим и менее раздражающим; во-вторых, становится более заметным шум оборудования, следовательно, появляется возможность слухового контроля его работы, становится легче разговаривать, улучшается разборчивость речи. По этим причинам помещения концертных залов подвергают акустической обработке.

Штучные звукопоглотители применяют при недостаточности свободных поверхностей помещения для закрепления звукопоглощающих облицовок. Поглотители различных конструкций, представляющие собой объемные тела, заполненные звукопоглощающим материалом (тонкими волокнами), подвешивают к потолку равномерно по площади.

Звукоизоляция. При недостаточности указанных выше мероприятий для снижения уровня шума до допустимых значений или невозможности их осуществления применяют звукоизоляцию.

Снижение шума достигается за счет уменьшения интенсивности прямого звука путем установки ограждений, кабин, кожухов, экранов. Сущность звукоизоляции состоит в том, что падающая на ограждение энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через него.

Экранирование. Защитные свойства экрана возникают из-за того, что при огибании прямой звуковой волной кромок экрана за ним образуется зона звуковой тени тем большей протяженности, чем меньше длина волны (выше частота звука). Так как экран защищает только от прямой звуковой волны, его применение эффективно только в области превалирования прямого шума над отраженным. Поэтому экраны надо устанавливать между источником шума и рабочим местом, если они расположены недалеко друг от друга. Звуковые экраны широко применяют не только на производстве, но и в окружающей среде, например для защиты от шума транспортных потоков зоны пешеходных дорожек, проходящих вдоль магистрали. В качестве экранов, снижающих уровень шума, используются лесозащитные полосы, поглощающие звук. Лесозащитные полосы должны быть сплошными, без промежутков, через которые может проникать шум. Для этого деревья высаживают в несколько рядов (чем шире полоса лесных насаждений, тем лучше) в шахматном порядке, снизу в зоне оголенной части ствола дерева высаживают кустарник. Эффективность снижения шума лесными насаждениями уменьшается зимой, когда деревья сбрасывают листву.

Глушители применяют для снижения аэродинамического шума. Глушители шума принято делить на абсорбционные, использующие облицовку поверхностей воздуховодов звукопоглощающим материалом; реактивные типа расширительных камер, резонаторов, узких отростков, длина которых равна 1/4 длины волны заглушаемого звука; комбинированные, в которых поверхности реактивных глушителей облицовывают звукопоглощающим материалом; экранные.

Реактивные глушители в отличие от абсорбционных заглушают шум в узких частотных диапазонах и применяются для снижения шума источников с резко выраженными дискретными составляющими. Если таких составляющих несколько, глушитель выполняют в виде комбинации камер и резонаторов, каждый из которых рассчитан на заглушение шума определенного диапазона. Реактивные глушители широко используют для снижения шума выпуска выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.

Экранные глушители устанавливают перед устьем канала для выхода воздуха в атмосферу или его забора (например, для вентиляционных или компрессорных установок, выброса сжатого газа и т. д.).

Средства индивидуальной защиты. К СИЗ от шума относят ушные вкладыши, наушники и шлемы.

Вкладыши – мягкие тампоны из ультратонкого материала, вставляемые в слуховой канал. Их эффективность не очень высока и в зависимости от частоты шума может составлять 5...15 дБ.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются на голове дугообразной пружиной. Их эффективность изменяется от 7 дБ на частоте 125 Гц до 38 дБ на частоте 8000 Гц.

Шлемы применяют при воздействии шумов очень высоких уровней (более 120 дБ). Они закрывают всю голову человека, так как при таких уровнях шума он проникает в мозг не только через ухо, но и непосредственно через черепную коробку.

Особенности защиты от инфра- и ультразвука

В принципе, для защиты от инфра- и ультразвука применимы методы для защиты от шума, изложенные выше.

Для защиты от низких инфразвуковых частот звукоизоляция крайне неэффективна – требуются очень толстые и массивные звукоизолирующие перегородки. Также неэффективны звукопоглощение и акустическая обработка помещений. Поэтому основным методом борьбы с инфразвуком является борьба в источнике его возникновения.

Другими мероприятиями по борьбе с инфразвуком являются:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот,

где становятся эффективными звукоизоляция и звукопоглощение;
- устранение низкочастотных вибраций;
- применение глушителей реактивного типа.

Ультразвук из-за очень высоких частот быстро поглощается в воздухе и материалах конструкций, поэтому он распространяется на небольшие расстояния. Для защиты от ультразвука очень эффективными являются звукоизоляция и звукопоглощение. Обычно источники ультразвука заключают в кожухи из тонкой стали, алюминия (толщиной 1 мм), обклеенные внутри резиной. Применяют также эластичные кожухи из нескольких слоев резины общей толщиной 3,5 мм. Эффективность таких кожухов может достигать 60...80 дБ. Применяют также экраны, расположенные между источником и работающими.

4.5. Защита от электромагнитных полей и излучений

Защита от электромагнитных полей и излучений имеет общие принципы и методы, но в зависимости от частотного диапазона и характеристик излучения характеризуется рядом особенностей.

В частности, следует различать особенности защиты от:

- переменных электромагнитных полей;
- постоянных электрических и магнитных полей;
- лазерных излучений;
- инфракрасных (тепловых) излучений;
- ультрафиолетовых излучений.

Общими методами защиты от электромагнитных полей и излучений являются следующие:

- уменьшение мощности генерирования поля и излучения непосредственно в его источнике, в частности за счет применения поглотителей электромагнитной энергии (этот метод применим, если генерируется энергия, избыточная для реализации технологического процесса или устройства);
- увеличение расстояния от источника излучения;

- уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;
- экранирование излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Защита от переменных электромагнитных полей и излучений

Уменьшение мощности излучения обеспечивается правильным выбором генератора (мощность генератора целесообразно выбирать не более той, которая необходима для реализации технологического процесса и работы устройства). В тех случаях, когда необходимо уменьшить мощность излучения генератора, для излучений радиочастотного диапазона применяют поглотители мощности, которые ослабляют энергию излучения до необходимой степени на пути от генератора к излучающему устройству.

Поглотители мощности бывают коаксиальные и волноводные. Поглотителем энергии служат специальные вставки из графита или материалов углеродистого состава, а также специальные диэлектрики. При поглощении электромагнитной энергии выделяется теплота, поэтому для охлаждения поглотителей применяют охлаждающие ребра или проточную воду. Для волноводов применяют поглотители мощности различных конструкций: скошенные, клинообразные, ступенчатые, в виде шайб.

Увеличение расстояния от источника излучения. В дальней зоне излучения, то есть на расстояниях примерно больших 1/6 длины волны излучения, плотность потока энергии (ППЭ) уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния, а напряженности электрического и магнитного полей – обратно пропорционально расстоянию. Это означает, что при увеличении расстояния от источника излучения в 2 раза ППЭ уменьшается в 4 раза, а напряженности – в 2 раза.

В ближней зоне излучения при расстояниях примерно меньших 1/6 длины волны излучения напряженность электрического поля уменьшается обратно пропорционально кубу, а магнитного поля – квадрату расстояния для электрических излучателей, например для высоковольтных линий электропередач промышленной частоты. Для магнитных излучателей, наоборот, напря-

женность магнитного поля снижается обратно пропорционально кубу, а электрического поля – квадрату расстояния. Энергия в ближней зоне не излучается.

Уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения Определяющим последствия облучения для человека является энергетическая нагрузка (ЭН), которая зависит от времени (Т) воздействия облучения.

Однако, если это возможно, целесообразно сокращать время пребывания в зоне облучения до значения меньше допустимого, чтобы избежать необоснованного выполнением необходимой работы облучения.

Подъем излучателей и диаграмм направленности излучения, блокирование излучения. Излучающие антенны необходимо поднимать на максимально возможную высоту и не допускать направления луча на рабочие места и территорию предприятия.

Для защиты от электрических полей промышленной частоты необходимо увеличивать высоту подвеса фазных проводов линий электропередач (ЛЭП), уменьшать расстояние между ними и т. д. Путем правильного выбора геометрических параметров можно снизить напряженность электрического поля вблизи ЛЭП в 1,6...1,8 раза.

Для сканирующих излучателей (вращающихся антенн) в секторе, в котором находится защищаемый объект – рабочее место, применяют способ блокирования излучения или снижение его мощности.

Экранирование излучений. Экранируют либо источники излучения, либо зоны, где может находиться человек. Экраны могут быть замкнутыми (полностью изолирующими излучающее устройство или защищаемый объект) или незамкнутыми, различной формы и размеров, выполненными из сплошных, перфорированных, сотовых или сетчатых материалов. Экраны частично отражают и частично поглощают электромагнитную энергию. По степени отражения и поглощения их условно разделяют на отражающие и поглощающие экраны.

Отражающие экраны выполняют из хорошо проводящих материалов, например, стали, меди, алюминия толщиной не менее 0,5 мм из конструктивных и прочностных соображений. Кро-

ме сплошных, перфорированных, сетчатых и сотовых экранов могут применяться: фольга, наклеиваемая на несущее основание; токопроводящие краски (для повышения проводимости красок в них добавляют порошки коллоидного серебра, графита, сажи, окислов металлов, меди, алюминия), которыми окрашивают экранирующие поверхности; экраны с металлизированной со стороны падающей электромагнитной волны поверхностью.

Поглощающие экраны выполняют из радиопоглощающих материалов. Естественных материалов с хорошей радиопоглощающей способностью нет, поэтому их выполняют с помощью различных конструктивных приемов и введением различных поглощающих добавок в основу. В качестве основы используют каучук, поролон, пенополистирол, пенопласт, керамикометаллические композиции и т. д. В качестве добавок применяют сажу, активированный уголь, порошок карбонильного железа и пр. Все экраны обязательно должны заземляться для обеспечения стекания образующихся на них зарядов в землю.

Для увеличения поглощающей способности экрана их делают многослойными и большой толщины, иногда со стороны падающей волны выполняют конусообразные выступы.

Наиболее часто в технике защиты от электромагнитных полей применяют металлические сетки. Они легки, прозрачны, поэтому обеспечивают возможность наблюдения за технологическим процессом и излучателем, пропускают воздух, обеспечивая охлаждение оборудования за счет естественной или искусственной вентиляции.

Расчет эффективности экранирования довольно сложен. Поэтому на практике при выборе типов экранов и оценки их эффективности используют имеющийся богатый экспериментальный материал, представленный в справочниках в виде таблиц, расчетно-экспериментальных кривых, номограмм.

При расположении излучателей в помещениях электромагнитные волны могут отражаться от стен и перекрытий. В результате в помещении могут создаваться зоны с повышенной плотностью энергии излучения. Поэтому стены и перекрытия таких помещений необходимо выполнять с плохо отражающей поверхностью. Окрашивать стены и потолки нужно известковой и меловой крас-

кой. Нельзя использовать масляную краску (она отражает до 30 % электромагнитной энергии), облицовывать стены кафелем. Поверхности помещения, в которых находятся излучатели повышенных мощностей, облицовывают радиопоглощающим материалом.

В зависимости от технологического процесса излучающие установки целесообразно размещать в отделенных от других участков помещениях, имеющих непосредственный выход в коридор и наружу.

Для этих целей подходят угловые помещения первого и последнего этажей здания.

Источники излучения должны иметь санитарный паспорт, перед их строительством или установкой проводится расчетный радиопрогноз и осуществляется его экспериментальная проверка. При выполнении радиопрогноза необходимо учитывать возможность переизлучения от отражающих объектов на местности – железобетонных зданий и сооружений, металлических ограждений, конструкций и т. д.

Средства индивидуальной защиты. К СИЗ, которые применяют для защиты от электромагнитных излучений, относят: радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки, очки, маски и т. д. Данные СИЗ используют метод экранирования.

Радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки в общем случае шьются из хлопчатобумажного материала, вытканного вместе с микропроводом, выполняющим роль сетчатого экрана. Шлем и бахилы костюма сделаны из такой же ткани, но в шлем спереди вшиты очки и специальная проволочная сетка для облегчения дыхания.

Эффективность костюма может достигать 25...30 дБ. Для зашиты глаз применяют очки специальных марок с металлизированными стеклами. Поверхность стекол покрыта пленкой диоксида олова. В оправе вшита металлическая сетка, и она плотно прилегает к лицу для исключения проникновения излучения сбоку. Эффективность очков оценивается в 25...35 дБ.

Защита от постоянных электрических и магнитных полей

Так же, как и для других видов физических полей, защита от постоянных электрических и магнитных полей (ЭСП и МСП) использует методы защиты временем, расстоянием и экранированием.

Электростатическое экранирование заключается в замыкании электрического поля на поверхности металлической массы экрана и передачи образующихся на экране электрических зарядов на заземленный корпус установки (землю). Любая замкнутая металлическая оболочка, соединенная с заземленным корпусом и без особых требований к толщине и проводимости материала, достаточно полно локализует электрическое поле и играет роль электростатического экрана. Обычно источники ЭСП заключают в замкнутую металлическую или сетчатую оболочку. Оператор при необходимости может располагаться в кабине, защищенной электростатическим экраном.

Эффективность экранирования зависит от качества электрического соединения элементов экрана и тем выше, чем меньше электрическое сопротивление переходного контакта между экраном и корпусом (землей). Электрическое сопротивление заземления экрана не должно превышать 0,1...0,2 МОм.

Магнитостатическое экранирование заключается в замыкании магнитного поля в толще экрана, происходящим из-за его повышенной магнитопроводимости. Поэтому магнитостатический экран должен обладать большой магнитной проницаемостью. Такие экраны изготавливают из стали, железа, никелевых сплавов (пермолоя). Для получения надежного экранирования стенки экрана приходится делать сравнительно толстыми, чтобы уменьшить сопротивление магнитному потоку. В ряде случаев экраны делают из нескольких слоев, и они получаются громоздкими. Щели и прорези в экране не должны идти поперек ожидаемого направления линий магнитной индукции, так как это уменьшает магнитопроводимость и ухудшает экранирующие свойства экрана.

ЭС- и МС-экраны эффективны также в области низких частот ЭМП.

Глава 5. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях

Обеспечение устойчивой работы объектов экономики (ОЭ) в условиях ЧС мирного и военного времени является одной из основных задач ГСГЗ.

Под устойчивостью функционирования объектов экономики или другой структуры понимают способность их в чрезвычайных ситуациях противостоять воздействиям поражающих факторов с целью поддержания выпуска продукции в запланированном объеме и номенклатуре; предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровья персонала, населения и материального ущерба, а также обеспечения восстановления нарушенного производства в минимально короткие сроки. Устойчивость функционирования объектов непроизводственной сферы – это способность этих объектов выполнять свои функции в условиях ЧС в соответствии с предназначением.

Каждый объект в зависимости от особенностей его производства и других характеристик имеет свою специфику. Однако объекты имеют и много общего. Так, любой объект экономики включает в себя наземные здания и сооружения основного и вспомогательною производств, складские помещения, а также здания административного, хозяйственного и бытового назначения.

В зданиях и сооружениях размещены цехи и технологическое оборудование, сети газо-, тепло-, электро-, водо- и энергоснабжения и канализации.

Здания и сооружения возводятся по типовым проектам и из унифицированных материалов.

Сходство и однотипность основных элементов объектов экономики позволяют выделить общие факторы, влияющие па устойчивость объекта и подготовку ею к работе в условиях чрезвычайных ситуаций.

Факторы, влияющие на устойчивость объектов

На устойчивость функционирования объекта влияют следующие факторы:

- регион размещения, присущие данной местности опасные стихийные бедствия;
- метеорологические особенности региона;
- социально-экономическая ситуация;
- условия размещения объекта, рельеф местности, характер застройки, насыщенность транспортными коммуникациями, наличие потенциально опасных предприятий радиационного, химического, биологического и взрывоопасного характера;
- внутренние условия: численность работающих, уровень их компетентности и дисциплины; размеры и характер объекта, выпускаемая продукция; характеристика зданий и сооружений; особенности производства, применяемых технологий и материальных веществ; потребность в основных видах энергоносителей и воде, наличие своих ТЭЦ (котельных); количество и суммарная мощность трансформаторов, газораспределительных станций (пунктов); система канализации.

На основе анализа всех факторов, влияющих на устойчивость функционирования, делается вывод о возможности возникновения ЧС и се влияния на жизнедеятельность объекта. Устойчивость закладывается еще на стадии проектирования здания, сооружения, промышленной установки, технологической линии. Иногда под устойчивостью объекта экономики понимают способность его зданий и сооружений, всего инженерно-технического комплекса противостоять воздействию различных неблагоприятных факторов.

Главная цель исследований заключается в выявлении слабых мест во всех системах и звеньях, выработке на данной основе комплекса организационных, инженерно-технических, специальных и других мероприятий по их устранению, повышению устойчивости функционирования объекта экономики и подготовке его к работе в ЧС. Эту работу организует и осуществляет руководитель предприятия, и проводится она в три этапа.

На первом этапе осуществляются мероприятия, направленные на организацию исследований. На втором этапе проводится непосредственная работа по оценке устойчивости отдельных элементов и систем, а также объекта в целом. На третьем этапе результаты исследований обобщаются. Составляется отчетный доклад, разрабатываются и планируются организационные и специальные мероприятия но повышению устойчивости работы объекта.

5.1. Оценка устойчивости объектов экономики

Оценка устойчивости ОЭ к воздействию поражающих факторов в различных ЧС заключается в:

- выявлении наиболее вероятных ЧС в заданном районе;
- анализе и оценке поражающих факторов ЧС;
- определении характеристик объекта экономики и его элементов;
- определении максимальных значений поражающих параметров;
- определении основных мероприятий по повышению устойчивости работы ОЭ (целесообразное повышение устойчивости).

Оценка устойчивости ОЭ при возникновении ЧС **химического характера** включает: определение времени, в течение которого территория объекта будет опасна для людей; анализ химической обстановки, ее влияние на производственный процесс и объем защиты персонала. Пределом устойчивости объекта к химическому заражению считается пороговая токсическая доза, приводящая к появлению начальных признаков поражения производственною персонала и снижающая его работоспособность. При нахождении персонала в зданиях токсодоза уменьшается в 2 раза.

Оценка устойчивости работы ОЭ в условиях **радиоактивного заражения** (загрязнения) включает: оценку радиационной обстановки, определение доз облучения персонала, радиационных потерь и потерю трудоспособности. Предел устойчивости ОЭ в условиях радиоактивного заражения – это предельное значение уровня радиации (мощности экспозиционной дозы) на объекте, при которой еще возможна производственная деятельность

в обычном режиме (двумя сменами), и при этом персонал не получит дозу выше установленной. Допустимая мощность экспозиционной дозы на объекте в мирное время принята равной 0,7 мР/ч.

Пределам и **психоэмоциональной устойчивости** производственного персонала к поражающим факторам ЧС является время адаптации человека к условиям ЧС и коэффициент устойчивости персонала. Время адаптации зависит от состояния нервной системы человека и характеризуется стадиями:

- реакция – поведение человека направлено на сохранение жизни (15 мин);
- психоэмоциональный шок, снижение критической оценки ситуации (3–5 час);
- психологическая демобилизация, паническое настроение (до 3 суток);
- стабилизация самочувствия (3–10 суток).

Снизить время адаптации можно психофизиологическим отбором людей, практической подготовкой персонала по выработке алгоритма действий в конкретных ЧС и тренировкой по использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ). В условиях ЧС возможны стрессы и психические травмы, приводящие к появлению «синдрома бедствия» (75 % людей). Повысить коэффициент устойчивости персонала можно исчерпывающей речевой информацией, созданием «зон безопасности», приемом успокаивающих медикаментозных средств и вовлечением людей в активную деятельность по ликвидации ЧС.

Устойчивость **энергообеспечения и материально-технического обеспечения (МТО)** зависит от устойчивости внешних и внутренних источников энергии, устойчивой работы поставщиков сырья, комплектующих изделий, наличия резервных, дублирующих и альтернативных источников снабжения. Пределом устойчивости работы ОЭ по источникам энергии и МТО является время бесперебойной работы объекта в автономном режиме.

Пределом устойчивости **управления** ОЭ в ЧС является время, в течение которого обеспечиваются бесперебойное оповещение, связь и охрана.

После определения предела устойчивости функционирования объекта намечаются и выполняются мероприятия по повышению его устойчивости, которые включают:

1. Предотвращение причин возникновения ЧС (отказ от потенциально опасною оборудования; совершенствование или перепрофилирование производства; внедрение новых технологий; разработка декларации безопасности; проверка персонала).

2. Предотвращение ЧС (внедрение блокирующих устройств и систем автоматики, обеспечение безопасности).

3. Смягчение последствий ЧС (повышение качественных характеристик оборудования: прочность, огнестойкость, рациональное размещение оборудования; резервирование; дублирование, создание запасов; аварийная остановка производства).

4. Обеспечение защиты от возможных поражающих факторов расстоянием, ограничением времени действия, использованием экранов, средств индивидуальной и коллективной защиты.

Общие требования к мероприятиям по повышению устойчивости ОЭ – это эффективность и экономичность.

Наиболее объективным документом, всесторонне характеризующим уровень безопасности потенциально опасного производства, является декларация безопасности, которая разрабатывается в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

5.2. Мероприятия по повышению устойчивости объектов экономики

Оценка устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях производится заблаговременно (в мирное время) и в случае ее недостаточности разрабатываются и осуществляются мероприятия по повышению устойчивости. Эта работа выполняется также заблаговременно, за исключением тех мероприятий, исполнение которых предусмотрено в режиме ЧС. Они планируются в режиме повседневной деятельности, а выполняются в условиях угрозы и после введения режима ЧС (нападения противника).

Основные принципы деятельности по повышению устойчивости объектов экономики в ЧС.

1. Повышение устойчивости объекта должно являться необходимой составной частью деятельности проектных, строитель-

ных, монтажных организаций, руководства и всего производственного персонала объекта в процессе его эксплуатации от ввода до вывода. Требования повышения устойчивости должны быть приоритетными при принятии управленческих, проектных, строительных, хозяйственных и социальных решений при создании и эксплуатации ОЭ.

2. Повышение устойчивости функционирования должно осуществляться на всех объектах независимо от формы собственности и профиля объекта.

3. Повышение устойчивости функционирования объектов должно осуществляться силами и средствами объектов, министерств и ведомств, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. При их недостатке привлекаются силы и средства федеральных органов.

4. Повышение устойчивости должно отвечать требованиям эффективности и экономической целесообразности. Мероприятия повышения устойчивости будут считаться эффективными и экономически обоснованными в том случае, если они максимально связаны с решаемыми в безопасный период задачами совершенствования производственного процесса, обеспечения безаварийной работы объекта, улучшения условий труда.

5. Устойчивость ОЭ должна обеспечиваться надежностью и безопасностью инженерных систем и технологического оборудования объекта экономики на всех стадиях его функционирования.

6. Деятельности по повышению устойчивости ОЭ в ЧС должна быть присуща комплексность – охват всех видов производственной деятельности, всех инженерных систем, всех путей и способов повышения устойчивости.

7. Деятельности по повышению устойчивости ОЭ в ЧС должна быть присуща превентивность. Приоритет в этой работе должен отдаваться мероприятиям, направленным на снижение вероятности возникновения причин потери устойчивости. Основные из этих мероприятий: безопасное размещение ОЭ и его структурных элементов относительно потенциальных источников ЧС; обеспечение максимально возможной надежности инженерных систем и технологического оборудования; эргономика; использование имитационных моделей и тренажеров для подготов-

ки производственного персонала по направлению их основной деятельности и деятельности при угрозе и возникновении ЧС; повышение психофизической устойчивости, дисциплинированности и высокой профессиональной подготовки персонала, его умению быстро принять решение и действовать в ЧС.

8. Повышение устойчивости элементов объекта должно осуществляться до целесообразного предела (например, таким пределом для элементов объекта может считаться устойчивость основного цеха, на котором выпускается продукция).

Повышение устойчивости работы ОЭ в ЧС достигается заблаговременным проведением комплекса организационных, инженерно-технических и технологических мероприятий, направленных на максимальное снижение воздействия поражающих факторов при ЧС мирного и военного времени.

Организационные мероприятия предусматривают планирование действий руководящего, командно-начальствующего состава, органов управления ГСГЗ и ГО, служб и формирований по защите рабочих и служащих предприятий, проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах ЧС, восстановлению производства, а также по выпуску продукции на сохранившемся оборудовании.

Инженерно-технические мероприятия осуществляются преимущественно заблаговременно и обычно включают комплекс работ, обеспечивающих повышение устойчивости производственных зданий и сооружений, оборудования, коммунально-энергетических систем к воздействию поражающих факторов.

Технологические мероприятия обеспечивают повышение устойчивости работы объекта путем изменения технологического процесса, способствующего упрощению производства продукции и исключающего возможность образования вторичных поражающих факторов.

Перечисленные выше мероприятия включают в себя:

- рациональное размещение объектов экономики, их зданий и сооружений;
- обеспечение надежной защиты рабочих и служащих объекта экономики;

- повышение надежности инженерно-технического комплекса ОЭ;
- исключение или ограничение поражения вторичными факторами;
- обеспечение надежности и оперативности управления производством;
- организацию надежных производственных связей и повышение надежности системы энергоснабжения;
- подготовку объектов к переводу на аварийный режим работы;
- подготовку к восстановлению нарушенного производства.

Кратко рассмотрим эти пути и способы повышения устойчивости работы объектов экономики в ЧС.

Рациональное размещение объектов экономики, их зданий и сооружений

Размещение объекта и отдельных его элементов должно обеспечивать уменьшение степени их поражения при применении современных средств поражения, воздействия вторичных поражающих факторов, при стихийных бедствиях, возникновении крупных производственных аварий и катастроф. Это обычно осуществляется на этапах проектирования и реконструкции предприятия и реже – на этапе его эксплуатации. Рациональное размещение предусматривает зонирование производств, то есть размещение однотипных видов производств в отдельных зонах, разделяемых широкими магистральными проездами, искусственными водоемами или зелеными насаждениями; использование рельефа местности; малоэтажную рассредоточенную планировку производств; минимально возможную с учетом производственного и экономического факторов плотность застройки.

Размещение объекта должно учитывать также необходимость обеспечения надежных производственных связей по кооперации, предусматривать развитие предприятий-дублеров или филиалов предприятий в загородной зоне.

Места размещения материально-технических резервов следует выбирать так, чтобы они не оказались уничтоженными при ЧС природного или техногенного характера. В то же время их целесообразно располагать как можно ближе к объекту. При опреде-

лении мест хранения материально-технических резервов учитывается наличие на объекте транспортных средств и путей для быстрой и безопасной (и в условиях ЧС) доставки различных материалов к местам их потребления на объекте.

Обеспечение надежной защиты рабочих и служащих объекта экономики

Одной из основных задач повышения устойчивости работы объектов в ЧС является заблаговременное принятие мер по обеспечению защиты рабочих, служащих и членов их семей.

Мероприятия по защите персонала предусматривают своевременное обнаружение, оповещение и исключение или ослабление действия поражающих факторов. Главным образом, они относятся к радиационно и химически опасным объектам.

Можно выделить следующие основные пути и способы защиты.

1. Заблаговременное строительство убежищ на предприятиях с взрывоопасными, радиоактивными и химически опасными веществами.

2. Планирование и подготовка к эвакуации населения из районов, подверженных катастрофическим затоплениям, землетрясениям, селевым потокам, радиоактивному и химическому заражению.

3. Разработка режимов защиты рабочих и служащих в условиях заражения местности радиоактивными и химически опасными веществами.

4. Обучение персонала объекта выполнению работ по ликвидации очагов радиоактивного и химического заражения.

5. Накопление средств индивидуальной защиты для обеспечения всех рабочих и служащих объекта, организация их хранения и поддержания в готовности к использованию.

6. Обучение рабочих, служащих и членов их семей способам защиты при радиоактивном и химическом заражении.

7. Организация и поддержание в постоянной готовности объектовой системы оповещения рабочих, служащих и проживающего вблизи объекта население об опасности радиоактивного и химического заражения, подключение объектовой системы оповещения к городской или региональной.

8. Исключение возможности скопления на территории объекта большего, чем позволяет вместимость имеющихся убежищ, количества людей.

Повышение надежности инженерно-технического комплекса ОЭ

Повышение надежности инженерно-технического комплекса объекта заключается в повышении сопротивляемости зданий, сооружений и конструкций объекта к воздействию поражающих факторов производственных аварий, стихийных бедствий и современных средств поражения, а также в защите оборудования, в наличии средств связи и других средств, составляющих материальную основу производственного процесса.

Повышение устойчивости зданий и сооружений может быть достигнуто за счет их рационального размещения на территории объекта, оптимальной конструкции и увеличения прочности. В целом задача повышения устойчивости функционирующих сооружений решается значительно сложнее, чем проектируемых.

Одним из основных поражающих факторов, вызывающих разрушение зданий, сооружений является ударная волна. Для снижения действия ударной волны на здание могут применяться два способа: пропуск волны через здание или повышение прочности основных конструкционных элементов здания. Второй путь является традиционным и используется наиболее часто.

Повышение устойчивости и механической прочности зданий, оборудования и их конструкций достигается следующими путями:

1. Проектирование и строительство сооружений с жестким металлическим или железобетонным каркасом. Это снижает степень разрушения несущих конструкций при землетрясениях, взрывах, ураганах и других бедствиях.

2. Применение при строительстве каркасных зданий облегченных конструкций стенового заполнения и увеличение световых проемов путем использования стекла, панелей из пластиков и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы, разрушаясь, снижают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки меньше повреждают оборудование.

3. Применение легких огнестойких кровельных материалов, облегченных междуэтажных перекрытий и лестничных маршей. Обрушение этих конструкций нанесет меньший ущерб оборудованию по сравнению с тяжелыми железобетонными перекрытиями.

4. Дополнительное крепление воздушных линий связи, электропередач, наружных трубопроводов на высоких эстакадах в целях защиты от повреждений при ураганах, взрывах, наводнениях.

5. Установка в наиболее ответственных сооружениях дополнительных опор для уменьшения пролетов, усиление наиболее слабых узлов и отдельных элементов несущих конструкций, применение бетонных или металлических поясов, повышающих жесткость конструкций.

6. Повышение устойчивости оборудования путем усиления его наиболее слабых элементов, создание запасов этих элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта поврежденного оборудования. Прочное закрепление на фундаментах станков, установок и другого оборудования, имеющего большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор, повышающих устойчивость на опрокидывание. Размещение тяжелого оборудования на нижних этажах производственных зданий.

7. Рациональная компоновка технологического оборудования при разработке объемно-планировочного решения предприятия для исключения или снижения его повреждения обломками разрушающихся конструкций и ослабления воздействия различных источников ЧС. Некоторые виды технологического оборудования размещают вне здания – на открытых площадках под навесами. Это исключит его повреждение обломками ограждающих конструкций.

Уникальное и особо ценное оборудование, без которого невозможно продолжение производства, целесообразно размещать в сооружениях с повышенными прочностными характеристиками, в заглубленных, подземных или специально построенных зданиях. Для защиты такого оборудования разрабатываются специальные индивидуальные энергогасящие устройства: камеры, шатры, кожухи, зонты, шкафы, сетки, козырьки.

8. Устройство дополнительных конструкций для возможно более быстрой эвакуации людей при пожарах, особенно из высотных зданий.

9. Возведение насыпей и дамб для защиты от наводнений.

10. Возведение в целях защиты от селей подпорных стенок и селевых ловушек.

11. Углубление или укрепление емкостей для хранения химически опасных веществ, применение автоматических отключающих устройств на системах их подачи.

Исключение или ограничение поражения вторичными факторами

К вторичным поражающим факторам относятся пожары, взрывы, обрушение сооружений, утечка легковоспламеняющихся и ядовитых жидкостей в результате разрушения емкостей, технологических коммуникаций, затопление территории при разрушении плотин гидроузлов и других гидротехнических сооружений. При разработке мероприятий защиты от вторичных факторов учитываются характер и масштабы возможных ЧС как в мирное, так и в военное время.

Уменьшение поражения производственных объектов вторичными факторами достигается следующими путями и способами:

- Максимально возможное сокращение запасов АХОВ, легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей на промежуточных складах и технологических емкостях предприятий.
- Защита емкостей для хранения АХОВ от разрушения взрывами и другими воздействиями путем расположения их в защищенных хранилищах, заглубленных сооружениях, в обваловании. Устройство специальных отводов от них в более низкие участки местности (овраги, лощины и др.). При обваловании емкостей высота вала рассчитывается на удержание полного объема жидкости, хранящейся в емкости.
- Ограничение в использовании или отказ от применения в производстве химически опасных и горючих веществ, переход на их неопасные заменители. Если такой переход невозможен, разрабатываются способы нейтрализации опасных веществ.

- Применение мер, способов, приспособлений, исключающих разлив АХОВ по территории предприятия: поддонов, ловушек с направленным стоком, земляных валов; устройство самозакрывающихся и обратных клапанов; заглубление в грунт технологических коммуникаций; обеспечение надежной герметизации стыков и соединений в транспортирующих трубопроводах.
- Создание запасов нейтрализующих веществ в цехах, где используются ядохимикаты.
- Устройство автоматической сигнализации в помещениях предприятия для своевременного оповещения рабочих и служащих об аварии, взрыве, загазованности территории и т. п.
- Размещение складов потенциально опасных веществ с учетом направления господствующих ветров.
- Сведение до минимума возможности возникновения пожаров путем: установки водяных завес, устройства противопожарных разрывов. Обеспечение маневра пожарных сил и средств в период тушения или локализации пожаров, сооружение специальных противопожарных резервуаров с водой, искусственных водоемов, применение огнестойких конструкций.
- Заглубление линий электроснабжения и установка автоматических отключающих устройств для предотвращения воспламенения материалов при коротком замыкании.
- Установка в хранилищах взрывоопасных веществ устройств, локализующих разрушительный эффект взрыва: вышибных панелей, самооткрывающихся окон, фрамуг, различного рода клапанов-отсекателей.

Обеспечение надежности и оперативности управления производством

В условиях ЧС надежность управления производством обеспечивают следующие мероприятия.

1. Заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости.

2. Подготовка 2–3-х групп управления (по числу смен), которые должны быть готовы принять руководство производством и организовать аварийно-спасательные и другие неотложные работы при возникновении чрезвычайной ситуации.

3. Оборудование на потенциально опасном производстве пункта управления в одном из убежищ объекта.

4. Обеспечение надежной связи с важнейшими производственными участками объекта, убежищами, размещение диспетчерских пунктов и радиоузлов в наиболее прочных сооружениях и подвальных помещениях, дублирование каналов связи. Обеспечение формирований гражданской обороны штатными радиостанциями, определение режима их работы.

5. Разработка надежных способов оповещения должностных лиц, аварийных служб, спасателей и всего производственного персонала.

6. Обеспечение сохранности технической документации и изготовление ее дубликатов.

Организация надежных производственных связей и повышение надежности системы энергоснабжения

Устойчивая работа предприятий во время производственных аварий, стихийных бедствий и в военное время зависит от бесперебойного снабжения электроэнергией, водой, газом, надежности производственных связей (наличия сырья и полуфабрикатов, которые поставляются предприятиями-поставщиками).

С этой целью на объектах проводятся следующие основные мероприятия.

1. Подготовка запасных вариантов производственных связей с предприятиями, находящимися в пределах не только одного экономического или административного района.

2. Дублирование железнодорожного транспорта (наиболее часто используемого) автомобильным или речным для доставки технологического сырья и вывоза готовой продукции.

3. Хранение на заблаговременно подготовленных базах произведенной готовой продукции, которую нельзя вывезти потребителям и которая может быть источником вторичных поражающих факторов.

4. Определение необходимых запасов сырья, топлива и других материалов, необходимых для выпуска запланированной продукции в течение заданного времени и хранение этих запасов на территории предприятия.

Современные производства часто характеризуются большой потребностью в электроэнергии и воде.

Повышение устойчивости системы энергоснабжения достигается проведением следующих мероприятий.

1. Создание дублирующих источников электроэнергии, газа, воды и пара путем прокладки нескольких подводящих электро-, газо-, водо- и пароснабжающих коммуникаций с последующим их закольцовыванием.

2. Перенос инженерных и энергетических коммуникаций в подземные коллекторы, размещение наиболее ответственных устройств (центральных диспетчерских распределительных пунктов) в подвальные помещения зданий или в специально построенных прочных сооружениях.

3. На тех предприятиях, где укладка подводящих коммуникаций в траншеях или тоннелях не представляется возможной, производится крепление трубопроводов к эстакадам, чтобы избежать их сдвига или сброса. Сами эстакады укрепляются путем установки уравновешивающих растяжек в местах поворотов и разветвлений. Опоры целесообразно изготавливать из металла или железобетона.

4. Создание резерва автономных источников электро- и водоснабжения – использование передвижных электростанций, насосных агрегатов с автономными двигателями.

5. Обеспечение возможности работы тепловых электростанций на различных видах топлива, создание запасов топлива и его укрытие в конструктивно усиленных хранилищах.

6. Установка автоматических выключателей поврежденных участков линий при перенапряжениях и коротких замыканиях.

Повышение устойчивости системы водоснабжения объекта достигается проведением следующих мероприятий.

1. Обеспечение водоснабжения объекта от нескольких систем или двух-трех независимых водоисточников, удаленных друг от друга на безопасное расстояние.

2. Обеспечение водоснабжения объекта только от защищенного источника с автономным и защищенным источником энергии. К таким источникам относятся артезианские и безнапорные скважины, которые при-соединяются к общей системе водоснабжения объекта.

3. Создание дублирующих линий и устройство перемычек, по которым подают воду в обход поврежденных участков.

4. Размещение пожарных гидрантов и отключающих устройств на территории, где не будет завалов в случае разрушения зданий и сооружений.

5. Внедрение полуавтоматических и автоматических устройств, отлючающих поврежденные участки без нарушения работы остальной части сети.

6. Применение на объектах, потребляющих большое количество воды, оборотного водоснабжения с повторным использованием воды для технических целей. Это уменьшает общую потребность воды и, следовательно, повышает устойчивость водоснабжения объекта.

7. Выполнение инженерных мероприятий по защите водозаборов на подземных источниках воды.

Для повышения устойчивости системы газоснабжения объекта выполняются следующие мероприятия.

1. Подача газа в газовую сеть объекта от газорегуляторных пунктов (газораздаточных станций).

2. Создание закольцованных систем в газовых сетях на каждом объекте.

3. Расположение узлов и линий газоснабжения под землей, что снижает вероятность их поражения ударной волной.

4. Установка на газопроводах автоматических запорных и переключающихся устройств, дистанционного управления, позволяющих отключать сети или переключать поток газа при разрыве труб непосредственно с диспетчерского пункта.

Повышение устойчивости системы теплоснабжения объекта достигается проведением следующих мероприятий.

1. Защита источников тепла и заглубление коммуникаций в грунт.

2. Строительство тепловой сети по кольцевой системе, прокладка труб отопительной системы в специальных каналах.

3. Установка на тепловых сетях запорно-регулирующей аппаратуры, предназначенной для отключения поврежденных участков, размещение ее на территории вне возможных завалов при разрушении зданий и сооружений.

Подготовка объектов к переводу на аварийный режим работ

В случае крупной производственной аварии или стихийного бедствия предприятие необходимо перевести на заранее запланированный аварийный режим работы, обеспечивающий снижение возможных потерь и разрушений.

При подготовке перевода объекта на аварийный режим выполняют следующие мероприятия.

1. Организация защиты рабочих, служащих и членов их семей (обеспечение средствами индивидуальной защиты, проведение специальных профилактических мероприятий).

2. Подготовка укрытий к приему персонала предприятий и членов их семей.

3. Повышение надежности работы предприятия в условиях аварий, стихийных бедствий (подготовка к безаварийной остановке производства по установленным сигналам).

4. Обеспечение предприятия электроэнергией, водой и т. п. по заранее разработанным схемам в случае нарушения централизованного снабжения; защита уникального оборудования и технической документации; выполнение мероприятий по исключению и ограничению возможности возникновения вторичных поражающих факторов; защита материалов, сырья и готовой продукции; частичная герметизация зданий и сооружений и другие мероприятия при угрозе химического заражения.

5. Уточнение графиков работы производственного персонала с учетом специфики чрезвычайной ситуации.

Подготовка к восстановлению нарушенного производства

Один из важнейших критериев устойчивости объекта – это готовность его к восстановлению производства в случае слабых и средних разрушений. Для сокращения времени ведения восстановительных работ на объектах экономики заблаговременно должны проводиться следующие мероприятия:

- разработка планов первоочередного восстановления инженерно-технического комплекса по различным вариантам возможного разрушения элементов объекта;
- создание и подготовка ремонтно-восстановительных бригад;
- создание запасов материалов, конструкций, оборудования, необходимых для ведения восстановительных работ.

Первоочередное восстановление производства организуется после проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, а в отдельных случаях – одновременно с этими работами.

При планировании восстановительных работ следует учитывать, что зависимости от вида производственного объекта, степени его повреждения и имеющихся средств восстановление может носить временный и частичный характер, производиться методами временного или капитального восстановления.

Проводимые работы должны учитывать основное требование – скорейшее возобновление выпуска продукции, поэтому допустимы незначительные отступления от принятых строительных, технических и иных норм.

При ведении восстановительных работ в условиях радиоактивного или химического заражения местности необходимо учитывать возможность поражения личного состава формирований, это может отодвинуть начало работ на более поздний срок и снизить их темпы.

Вопросы и задания

1. Поясните суть понятий: устойчивость функционирования объекта экономики в ЧС и устойчивость объекта экономики в ЧС.

2. Какие мероприятия обеспечивают повышение устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях?

3. Как производится выбор наиболее оптимального перечня мероприятий, обеспечивающих повышение устойчивости функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях?

4. Кто и как организует на предприятии работу по повышению устойчивости его функционирования в чрезвычайных ситуациях?

5. Каково содержание плана-графика наращивания мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях?

Глава 6. Ликвидация чрезвычайных ситуаций

6.1. Основы организации аварийно-спасательных и других неотложных работ

В соответствии со статьей 1 закона «О Гражданской Защите» под ***ликвидацией чрезвычайных ситуаций*** понимаются локализация и прекращение действия факторов, вызвавших чрезвычайную ситуацию, аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР) представляют собой совокупность первоочередных работ в зоне чрезвычайной ситуации, заключающихся в спасении и оказании помощи людям, локализации и подавлении очагов поражающих воздействий, предотвращении возникновения вторичных поражающих факторов, защите и спасении материальных и культурных ценностей, восстановлении минимально необходимого жизнеобеспечения.

Закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей», принятый 21 января 2000 года, определяет общие организационно-правовые и экономические основы создания и деятельности аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований на территории Кыргызской Республики, регулирует отношения в этой области между органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также предприятиями, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности (далее – организации), общественными объединениями, должностными лицами и гражданами Кыргызской Республики; устанавливает права, обязанности и ответственность спасателей, определяет основы государственной политики в области правовой и социальной защиты спасателей, других граждан Кыргызской Республики, принимающих участие в ликвидации чрезвычайных ситуа-

ций природного и техногенного характера (далее – чрезвычайные ситуации), и членов их семей.

К аварийно-спасательным работам относятся действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов. Аварийно-спасательные работы характеризуются наличием факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей, и требуют специальной подготовки, экипировки и оснащения.

Неотложные работы при ликвидации чрезвычайных ситуаций – это деятельность по всестороннему обеспечению аварийно-спасательных работ, оказанию населению, пострадавшему в чрезвычайных ситуациях, медицинской и других видов помощи, созданию условий, минимально необходимых для сохранения жизни и здоровья людей, поддержания их работоспособности.

Основные виды других неотложных работ:

- прокладка колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и зонах заражения;
- ликвидация аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных и технологических сетях в целях создания условий для проведения спасательных работ;
- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом и препятствующих безопасному движению и проведению спасательных работ;
- ремонт и восстановление поврежденных и разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ, а также защитных сооружений для укрытия людей в случае повторных чрезвычайных ситуаций;
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение неразорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов.

В реальных условиях отделить аварийно-спасательные работы от других неотложных работ затруднительно, для значитель-

ной части работ это различие оказывается чисто условным. Поэтому в практике аварийно-спасательного дела и закрепилось общее понятие АСДНР.

Условиями успешного проведения мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций, выполнения аварийно-спасательных и других не-отложных работ являются:

- заблаговременная и целеустремленная подготовка органов управления, сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидация чрезвычайных ситуаций (ГСГЗ) к действиям при угрозе и возникновении ЧС;
- экстренное реагирование ГСГЗ на возникновение чрезвычайной ситуации, организация эффективной разведки, приведение в готовность органов управления, сил и средств, своевременное выдвижение их в зону ЧС, развертывание системы управления, необходимых сил и средств;
- принятие обоснованного решения на ликвидацию ЧС и последовательное претворение его в жизнь;
- непрерывное, твердое и устойчивое управление работами (их планирование, координация, контроль) и тесное взаимодействие участников в ходе работ;
- непрерывное ведение аварийно-спасательных и других неотложных работ днем и ночью, в любую погоду до полного их завершения, с применением способов и технологий, обеспечивающих наиболее полное использование возможностей аварийно-спасательных формирований;
- неуклонное выполнение участниками работ установленных режимов работы и мер безопасности, своевременная смена формирований в целях восстановления их работоспособности;
- организация бесперебойного и всестороннего материально-технического обеспечения работ, жизнеобеспечения населения и участников работ, оказание им психологической помощи.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций является одной из задач единой государственной системы предупреждения и ликвидация чрезвычайных ситуаций. Заблаговременная подготовка к ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций организуется и прово-

дится органами исполнительной власти всех уровней в соответствии с их полномочиями на основе соответствующих программ и планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС. Эти планы разрабатываются на основе оценки риска возникновения ЧС для определенной территории, прогнозирования вариантов возможной при этом обстановки, анализа возможных решений на проведение работ.

Планы действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций уточняются при возникновении угрозы и непосредственно в процессе работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Ликвидация чрезвычайной ситуации организуется и осуществляется в соответствии с решением руководителя ликвидации ЧС и решением комиссии по чрезвычайным ситуациям, выполнение которых является обязательным для всех граждан и организаций, находящихся в зоне возникшей ЧС. Комиссия по чрезвычайным ситуациям и ее штаб осуществляют непосредственное руководство ликвидацией чрезвычайной ситуации.

Исходными данными для принятия решения о ликвидации чрезвычайной ситуации являются:

- задача, поставленная вышестоящим органом управления;
- данные разведки об обстановке в зоне чрезвычайной ситуации;
- выводы из оценки обстановки в зоне чрезвычайной ситуации;
- оценка возможностей имеющихся и прибывающих для оказания помощи сил и средств;
- выводы из оценки местности, метеорологических условий, их возможного влияния на ход работ.

АСДНР организуются и ведутся на основе единого замысла – решения, при этом строго соблюдается принцип централизации управления.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы ведутся, как правило, непрерывно, днем и ночью, в любую погоду. При крупных авариях и катастрофах, больших объемах АСДНР и в сложных условиях их проведения работы организуются в 2–3 смены. Смена формирований (подразделений) проводится непо-

средственно на рабочих местах. При этом тяжелая инженерная техника обычно не выводится, а передается подразделению, прибывшему на смену, непосредственно на месте работ.

Чрезвычайная ситуация считается ликвидированной, когда устранена или снижена до приемлемого уровня непосредственная угроза жизни и здоровью людей, локализовано или подавлено воздействие поражающих факторов, организовано первоочередное жизнеобеспечение населения. Решение о завершении АСДНР и переходе ГСГЗ на режим повседневной деятельности принимает руководитель работ или комиссия по чрезвычайным ситуациям, которые осуществляли руководство ликвидацией чрезвычайной ситуации.

6.2. Организация всестороннего обеспечения аварийно-спасательных и других неотложных работ

В ходе аварийно-спасательных и других неотложных работ организуется и проводится их всестороннее обеспечение – комплекс мер, осуществляемых в целях создания условий для успешного выполнения задач привлекаемыми к работам силами ликвидации ЧС. К основным видам обеспечения относятся: разведка; радиационная, химическая и биологическая защита; инженерное, противопожарное, дорожное, транспортное, гидрометеорологическое, техническое, метрологическое, материальное и медицинское обеспечение; комендантская служба; охрана общественного порядка.

Разведка. Все виды разведки, система наблюдения и лабораторного контроля должны своевременно обеспечивать начальников и органы управления необходимыми данными для принятия решений на проведение АСДНР в зоне ЧС и защиту личного состава сил ликвидации ЧС.

Радиационная, химическая и биологическая защита (РХБЗ) – комплекс мероприятий по созданию условий для успешных действий сил ликвидации ЧС в обстановке радиоактивного, химического и бактериологического заражения и обеспечения их радиационной безопасности. РХБЗ включает: радиа-

ционную, химическую и неспецифическую биологическую разведку; своевременное и умелое использование средств индивидуальной и коллективной защиты; радиационный и химический контроль; специальную обработку личного состава и техники, а также дегазацию и дезинфекцию участков местности, дорог и сооружений.

Инженерное обеспечение включает: инженерную разведку объектов и местности в районе действий; оборудование районов, занимаемых силами ликвидации ЧС; устройство и содержание путей движения, подвоза и эвакуации; оборудование и содержание переправ через водные преграды; обеспечение ввода сил ликвидации ЧС в зону ЧС; инженерные мероприятия по преодолению зон разрушений, затоплений; оборудование пунктов водоснабжения.

Гидрометеорологическое обеспечение организуется в целях всесторонней оценки элементов погоды, своевременного выявления опасных метеорологических и гидрометеорологических явлений и процессов, оценки их возможного влияния на действия сил ГСГЗ.

Техническое обеспечение организуется с целью поддержания в рабочем состоянии всех видов транспорта, инженерной и другой специальной техники, используемой при ликвидации ЧС. Задачи технического обеспечения: проведение технического обслуживания машин в установленные сроки и текущий ремонт и эвакуация техники, вышедшей из строя в ходе выполнения поставленных задач.

Метрологическое обеспечение направлено на поддержание в готовности техники, аппаратуры, приборов, состоящих на оснащении ГСГЗ. Оно заключается в организации правильного содержания и применения измерительных приборов, создании их обменного фонда и резерва.

Материальное обеспечение действий сил ГСГЗ заключается в бесперебойном снабжении их материальными средствами, необходимыми для ликвидации ЧС, жизнеобеспечения населения и сил ликвидации ЧС. Решениями соответствующих должностных лиц устанавливается порядок обеспечения личного состава,

участвующего в АСДНР, горячей пищей, одеждой, обувью, заправки техники ГСМ.

Медицинское обеспечение организуется и осуществляется в целях сохранения здоровья и работоспособности личного состава, участвующего в АСДНР, своевременного оказания медицинской помощи пораженным и больным, их эвакуации, лечения и быстрейшего возвращения в строй, предупреждения возникновения и распространения среди личного состав сил инфекционных заболеваний.

Пораженным и больным оказывается первая медицинская помощь, первая врачебная и специализированная медицинская помощь. Первая медицинская помощь оказывается в порядке само- и взаимопомощи. Первую врачебную помощь оказывают медицинские подразделения воинских частей ГО и медицинские учреждения в очагах поражения или вблизи них. Специализированную медицинскую помощь оказывают специализированные медицинские учреждения.

Комендантская служба в зоне ЧС организуется с целью обеспечения своевременного и планового развертывания органов управления и сил ГСГЗ, выдвижения их в исходные районы и к местам проведения АСДНР.

В зависимости от вида поражающих факторов, характера чрезвычайной ситуации и ее масштаба, некоторые виды обеспечения могут стать не только обеспечивающими, но и основными мероприятиями аварийно-спасательных и других неотложных работ. Так, например, при радиационных и химических авариях мероприятия радиационной и химической защиты составляют важную часть ликвидационных мер, а при пожарах эта роль принадлежит противопожарным мероприятиям. В случае значительных санитарных потерь важнейшей составной частью АСДНР являются меры медицинской защиты.

6.3. Меры безопасности при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ

Условия проведения АСДНР требуют от личного состава формирований строгого соблюдения мер безопасности. Это поз-

воляет предотвратить несчастные случаи, потери личного состава формирований и населения при проведении спасательных работ.

Командиры формирований обязаны заблаговременно разъяснить личному составу характерные особенности предстоящих работ, ознакомить с порядком их проведения и правилами безопасности, строго следить за их выполнением. Конкретные меры безопасности указываются личному составу непосредственно перед работой одновременно с постановкой задачи.

Спасательные работы в полуразрушенных, горящих или задымленных помещениях, в завалах проводятся группами (не менее двух человек) при взаимной страховке.

При разборке и обрушении здания необходимо вести постоянное наблюдение за его состоянием. При возникновении какой-либо опасности, а также при усилении ветра свыше 10 м/с работы немедленно прекращаются, людей и технику выводят в безопасное место.

В ходе спасательных работ передвижение машин, эвакуация пораженных и населения организуется по разведанным и обозначенным путям. Опасные места ограждаются знаками.

Для освещения участков работ в котлованах, траншеях, галереях, трубах, сырых помещениях используют электрические лампы с напряжением не выше 12 В. В ночное время участки работ освещаются прожекторами или другими источниками освещения. Наиболее сложные и опасные виды работ следует завершить до наступления темноты.

При проведении работ на загазованных участках (объектах) запрещается пользоваться открытыми источниками огня. Работы, как правило, ведутся в изолированных дыхательных аппаратах, инструментом из цветных или обмедненных металлов, стальной инструмент обильно смазывают тавотом. Для освещения рабочих мест применяются взрывобезопасные аккумуляторы.

Работу в загазованных колодцах ведут только в изолирующих дыхательных аппаратах звеном из трех человек: один – в колодце, двое – наверху, используют предохранительные пояса с прикрепленными к ним страховочными веревками. Продолжительность пребывания одного человека в колодце не должна превышать 10 минут, после чего ему следует 10…15 минут отдыхать на свежем воздухе.

Аварийные работы на электросетях проводятся после отключения поврежденных участков сети на распределительных пунктах (щитах), в резиновых перчатках и сапогах, с соблюдением при этом мер электробезопасности (наложение заземления, вывешивание предупредительных знаков и др.).

При разборке завалов, работе в разрушенных зданиях необходимо постоянно следить за появлением обвисших (оборванных, обгоревших) электрических проводов. Отключение электропроводов путем резки допускается при фазном напряжении в сети не более 220 В и только тогда, когда иными способами нельзя обесточить участок, где ведутся работы.

На местности, загрязненной радиоактивными веществами, необходимо соблюдать режим, регламентирующий допустимое время нахождения под воздействием облучения и время нахождения в укрытии. Весь личный состав работающих подразделений должен быть обеспечен индивидуальными измерителями дозы облучения. При возможности пылеобразования работа должна проводиться в респираторах или противогазах.

При ликвидации аварий на технологических линиях (сетях) и емкостях с токсичными веществами, подходить к месту их разлива или выхода в атмосферу следует с наветренной стороны, в изолирующих дыхательных аппаратах и средствах защиты кожи. Фильтрующими противогазами можно пользоваться только при отсутствии высоких концентраций токсических веществ. В зависимости от температуры воздуха и интенсивности физической нагрузки необходимо ограничивать время пребывания в защитной одежде.

К действиям в очагах бактериологического заражения допускаются только специально подготовленные формирования, обеспеченные необходимыми средствами защиты.

При работах в зонах пожаров и задымления личный состав обеспечивается противогазами и дополнительными патронами (ДПГ-1) к ним, обеспечивающими защиту от окиси углерода, а также специальной одеждой и касками.

Для тушения любых загораний, в том числе и электроустановок, находящихся под напряжением не более 300 В, можно ис-

пользовать углекислотные огнетушители. Пенные огнетушители нельзя использовать для тушения электроустановок под напряжением и щелочных материалов. Воду нельзя использовать для тушения веществ, вступающих с ней в бурную химическую реакцию (металлический натрий, калий, магний, карбид кальция и др.), а также не обесточенных электроустановок.

При работах на высоте следует применять страхующие средства, исключающие возможность падения.

Вопросы и задания

1. Что понимается под ликвидацией чрезвычайной ситуации?
2. Какие силы привлекаются для ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ?
3. Что понимается под эшелонированием ведения аварийно-спасательных других неотложных работ?
4. Когда чрезвычайная ситуация считается ликвидированной?
5. Кто принимает решение о прекращении аварийно-спасательных и других неотложных работ?
6. Каковы особенности проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в районах, пострадавших от наводнений, ураганов, землетрясений, радиоактивного и химического заражения?
7. Какие дополнительные меры безопасности необходимо принимать при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ на электросетях, районах радиоактивного и химического заражения?

Глава 7. Глобальные угрозы, системы безопасности

7.1 Понятие глобальных проблем безопасности

Несмотря на то, что человечество в XXI веке развивается семимильными шагами и претендует на освоение других планет, все же имеются нерешенные глобальные проблемы современности.

Глобальные проблемы современности − совокупность наиболее острых, жизненно важных общепланетарных проблем, решение которых требует совместных усилий стран мирового сообщества. Отличительной особенностью этих проблем являются их комплексность, системность и всеобщность, что обусловлено растущим единством современного мира, усилением взаимосвязи и взаимозависимости составляющих его частей. Этот набор не является постоянным, и по мере развития человеческой цивилизации меняется понимание существующих глобальных проблем, корректируется их приоритетность, а также зарождаются новые глобальные проблемы (освоения космического пространства, управления погодой и климатом и др.) [2, 3].

Все глобальные проблемы условно можно разделить на четыре группы: социально-политические, социально-экономические, социально-экологические и социально-гуманитарные.

1. ***Глобальные социально-политические проблемы*** охватывают комплекс вопросов, связанных с обеспечением мира и международной безопасности. В течение длительного периода система международной безопасности базировалась на ядерном сдерживании военных держав. Однако со временем пришло понимание, что ядерная война не может быть средством достижения внешнеполитических целей в условиях, когда усилилась глобальная взаимозависимость государств.

По-прежнему острой остается проблема разоружения, особенно ракетно-ядерного. Сегодня накопленные в мире запасы оружия позволяют многократно уничтожить все человечество. Мировые военные расходы ежегодно составляют порядка одного триллиона долларов. Сейчас в мире на каждого солдата расходу-

ется в 60 раз больше, чем на образование одного ребенка. В развивающихся странах темпы военных расходов в два раза превышают темпы экономического роста, что значительно осложняет решение социальных проблем. Неконтролируемое распространение оружия в мире расширяет зоны терроризма и преступности, способствует «милитаризации» сознания людей, порождает насилие в повседневной жизни.

В современном мире меняются основные формы использования вооруженного насилия. Наряду с войнами нарастает эскалация терроризма, который сегодня все больше приобретает международный характер. Для терроризма как особого метода политического насилия присущи целенаправленность, особая жестокость, расчет на внешний эффект и психологическое воздействие. Совершенствование оружия, возможность создания «портативного» ядерного оружия ведет к глобализации террористической угрозы. После взрывов зданий мирового торгового центра в Нью-Йорке 11 сентября 2001 года весь цивилизованный мир в полной мере осознал общепланетарные масштабы опасности международного терроризма. Мировое сообщество осуждает любые формы проявления терроризма и ставит задачу объединения усилий для борьбы с этой растущей угрозой всему человечеству.

2. ***Социально-политические проблемы.*** Среди глобальных социально-экономических проблем можно выделить три – проблему экономической отсталости, демографическую проблему и продовольственную проблему.

Первая из этих трех проблем проявляется в огромной отсталости развивающихся стран, их неспособности наладить эффективное производство, обеспечить себя продовольствием, ликвидировать нищету, решить многочисленные социальные проблемы. Разрыв по всем социально-экономическим показателям между этими странами и высокоразвитыми государствами достигает колоссальных размеров и продолжает увеличиваться. Это углубляет раскол мира на богатые и бедные страны, создает напряженность в отношениях между ними, порождает в целом нестабильность мировой системы. Решение этой глобальной проблемы требует, с одной стороны, проведения широких прогрессивных пре-

образований в самих отсталых странах, модернизации их национальной экономики, а с другой − оказания действенной помощи этим странам со стороны мирового сообщества, пересмотра и списания части внешних долгов, предоставления безвозмездных займов и льготных кредитов, перестройки международной торговли на более справедливых принципах, создания и утверждения нового мирового экономического порядка.

«Демографический взрыв» особенно обострил продовольственную проблему в развивающихся странах. По данным ООН, здесь 800 млн человек живут на грани голода, а 40 млн умирают от истощения. Было подсчитано, что уменьшение пищевых ресурсов в мире на 20–30 % при непрерывном росте населения будет иметь катастрофические последствия для развивающихся стран.

Решение этой глобальной проблемы, прежде всего, связано с созданием высокоэффективного сельскохозяйственного производства в развивающихся странах. Осуществление в них так называемой «зеленой революции» (резкий подъем сельскохозяйственного производства на основе широкого применения передовых технологий) позволило бы прокормить население в 2–3 раза больше нынешнего. Следует также иметь в виду, что современные возможности получения продовольствия в мире, в целом, реализуются далеко не полностью. Так, из всех пригодных для земледелия площадей по прямому назначению используется только 40 %. Значительно можно увеличить производство и добычу продуктов питания в Мировом океане. Наконец, необходимо пересмотреть во многом несправедливую систему распределения запасов продовольствия в мире, расширить помощь экономически отсталым странам.

3. ***Социально-экологические проблемы.*** Глобальные социально-экологические проблемы выдвигаются сегодня на передний план в связи с растущей опасностью разрушения природной среды обитания человека. Современный экологический кризис выражается в загрязнении воздушного и водного бассейнов Земли, глобальном изменении климата, уничтожении лесов, исчезновении многих видов растений и животных, эрозии почвы, сокра-

щении плодородных земель и т. д. В настоящее время в атмосферу, воду и почву ежегодно выбрасывается около 1 млрд тонн отходов, в том числе и токсичных. Вырубка леса в 18 раз превышает его прирост. Один сантиметр чернозема, который накапливается 300 лет, разрушается сейчас за три года. Парниковый эффект, «озоновые дыры», «кислотные дожди», отравленные реки и озера, затопленные огромные территории, зоны экологического бедствия – все это последствия разрушительного воздействия человека на окружающую среду.

Решение экологических проблем предполагает разработку и осуществление природоохранных программ на национальном, региональном и международном уровнях. Особое значение приобретают совместные мероприятия стран мирового сообщества по улучшению состава атмосферы, сохранению озонового слоя планеты, рациональному использованию природных ресурсов, установлению международных экологических стандартов и контроля в области охраны окружающей среды, внедрению безотходных и природосберегающих технологий, созданию экозащитных систем и т. д.

Экологические вопросы находятся в центре внимания ООН, ЮНЕСКО и других международных организаций. Их деятельность направлена на разработку международных программ охраны окружающей среды, проведение природоохранных мероприятий мирового масштаба, создание системы международного контроля за состоянием природной среды, развитие экологической политики и экологического образования и т. д. Свой вклад в дело защиты окружающей среды вносят и многочисленные экологические организации и движения, деятельность которых приобретает сегодня значительный размах в разных странах мира.

4. ***Социально-гуманитарные проблемы.*** Глобальные социально-гуманитарные проблемы охватывают широкий круг вопросов, имеющих непосредственное отношение к Человеку. Это – материальная и духовная необеспеченность жизни; нарушение прав и свобод личности; физическое и психическое нездоровье человека; горе и страдания от войн и насилия и др. Стихийные бедствия, локальные войны, кровавые межнациональные кон-

фликты приводят подчас к настоящим гуманитарным катастрофам, ликвидация последствий которых требует объединенных усилий стран мирового сообщества. Растущие потоки беженцев, общее число которых достигает во всем мире 50 млн человек в год, создают серьезные трудности для многих стран (обеспечение огромных людских масс питанием, жильем, их трудоустройство, опасность распространения эпидемий, преступности, наркомании и т. д.). В значительной степени сходные проблемы порождает нелегальная миграция, которая захлестывает процветающие страны мира.

Таким образом, глобальные проблемы тесно переплетены между собой и в конечном итоге все они «выходят» на Человека. В их основе − общепланетарного масштаба противоречия, затрагивающие само существование современной цивилизации. Осознание растущих угроз человечеству побудило многих ученых мира объединить усилия для исследования глобальных проблем и поиска путей их решения.

7.2. Анализ и пути комплексного решения глобальных проблем

Глобальные проблемы могут быть преодолены только усилиями всего человечества. Противостоять человек глобальным проблемам может и должен, если будет создана определенная система безопасности. Системы безопасности включают: систему личной и коллективной безопасности человека в процессе его жизнедеятельности; систему охраны природной среды (биосферы); систему государственной безопасности; систему глобальной безопасности.

Ученые и специалисты называют целый ряд основных глобальных проблем, таких как сохранение окружающей среды, угроза войн и распространения ядерного оружия, международного терроризма, рост противоречий между экономически развитыми и развивающимися странами, социальное неравенство, бедность, неграмотность, безработица и преступность (особенно в слаборазвитых странах), конфликты в обществе. Все большее

значение приобретают проблемы охраны здоровья, предотвращения распространения СПИДа и наркомании [1–4].

Решение названных проблем является сегодня актуальной задачей для всего человечества. Успешно бороться за решение глобальных проблем можно и нужно уже сейчас на основе конструктивного и взаимоприемлевого сотрудничества всех стран и народов, невзирая на различия социальных систем, которым они принадлежат (рисунок 7.1).

Рисунок 7.1 – Особенности глобальных проблем

В настоящее время для достижения этой цели человечество располагает необходимыми экономическими и финансовыми ресурсами, научно-техническими возможностями и интеллектуальным потенциалом. Однако для воплощения этой возможности необходимы новое политическое мышление, добрая воля и международное сотрудничество на основе приоритета общечеловеческих интересов и ценностей.

Нами предлагаются различные варианты решения глобальных проблем современности:

- изменение характера производственной деятельности − создание безотходного производства, тепло-, энерго-, ресурсосберегающих технологий, использование альтернативных источников энергии (солнца, ветра и т. п.);

- создание нового миропорядка, выработка новой формулы глобального управления мировым сообществом на принципах понимания современного мира как целостного и взаимосвязанного сообщества людей;
- признание общечеловеческих ценностей, отношение к жизни, человеку и миру как к высшим ценностям человечества;
- отказ от войны как средства решения спорных вопросов, поиск путей мирного разрешения международных проблем и конфликтов.

Безусловно, что все эти проблемы слишком масштабны и сложны, чтобы с ними смогла справиться одна страна, лидерство одной державы не может обеспечить стабильный миропорядок и решение глобальных проблем. Необходимо комплексное взаимодействие всего мирового сообщества. Только сообща человечество может решить проблему преодоления кризиса.

Прежде всего, следует перейти от потребительско-технократического подхода к природе к поиску гармонии с нею. Для этого, в частности, необходим целый ряд целенаправленных мер по экологизации производства: природосберегающие технологии, обязательная экологическая экспертиза новых проектов, создание безотходных технологий замкнутого цикла. Другой мерой, направленной на улучшение взаимоотношений человека и природы, является разумное самоограничение в расходовании природных ресурсов, особенно – энергетических источников (нефть, уголь), имеющих для жизни человечества важнейшее значение. Подсчеты международных экспертов показывают, что если исходить из современного уровня потребления, то запасов угля хватит еще на 430 лет, нефти – на 35 лет, природного газа – на 50 лет [15].

В связи с этим необходимы разумные структурные изменения в мировом энергобалансе в сторону расширения применения атомной энергии, а также поиск новых, эффективных, безопасных и максимально безвредных для природы источников энергии, включая космическую.

Планетарное общество сегодня предпринимает конкретные меры по решению экологических проблем и снижению их опас-

ности: разрабатывают предельно допустимые нормы выбросов в окружающую среду, создают безотходные или малоотходные технологии, более рационально используют энергетические, земельные и водные ресурсы, экономят полезные ископаемые и т. д. Однако ощутимый эффект все перечисленные и другие меры могут дать лишь при условии объединения усилий всех стран для спасения природы. Еще в 1982 году ООН приняла специальный документ – Всемирную хартию охраны природы, а затем создала специальную комиссию по окружающей среде и развитию. Кроме ООН большую роль в деле разработки и обеспечения экологической безопасности человечества играет такая неправительственная организация, как Римский клуб [5]. Что же касается правительств ведущих держав мира, то они стараются бороться с загрязнением окружающей среды путем принятия специального экологического законодательства.

Глобальные проблемы требуют соблюдения определенных нравственных норм, позволяющих соотнести все возрастающие потребности человека с возможностями планеты их удовлетворить. Ряд ученых справедливо считают, что необходим переход всего земного сообщества от тупикового техногенно-потребительского к новому духовно-экологическому, или ноосферному, типу цивилизационного существования. Его суть в том, что «научно-технический прогресс, производство материальных товаров и услуг, политические и финансово-экономические интересы должны быть не целью, а всего лишь средством гармонизации отношений между обществом и природой, подспорьем для утверждения высших идеалов человеческого существования: бесконечного познания, всестороннего творческого развития и нравственного совершенствования» [6].

Одна из наиболее популярных точек зрения решения данной проблемы − привить людям новые нравственно-этические ценности. Так, в одном из докладов Римскому клубу, написано, что новое этическое воспитание должно быть направлено на:

- развитие всемирного сознания, благодаря которому человек осознает себя как член мирового сообщества;

- формирование более бережливого отношения к использованию природных ресурсов;
- развитие такого отношения к природе, которое было бы основано на гармонии, а не на подчинении;
- воспитание чувства сопричастности к будущим поколениям и готовности отказаться от части собственных благ в их пользу.

Успешно бороться за решение глобальных проблем можно и нужно уже сейчас на основе конструктивного и взаимоприемлемого сотрудничества всех стран и народов, невзирая на различия социальных систем, к которым они принадлежат.

Решение глобальных проблем возможно только совместными усилиями всех стран, координирующих свои действия на международном уровне. Самоизоляция и особенности развития не позволят отдельным странам остаться в стороне от экономического кризиса, ядерной войны, угрозы терроризма или эпидемии СПИДа. Для решения глобальных проблем, преодоления опасности, угрожающей всему человечеству, необходимо дальнейшее усиление взаимосвязи многообразного современного мира, изменение взаимодействия с окружающей средой, отказ от культа потребления, выработка новых ценностей.

Культурная революция подразумевает совершенствование качеств и способностей всего человеческого рода. Три аспекта характеризуют новый гуманизм, с которым как с культурным абсолютом пытается воссоединится «обновленный человек»: чувство глобальности, любовь к справедливости, нетерпимость к насилию. В центре стоят целостная человеческая личность и ее возможности, и альтернативы этому нет. Речь идет, прежде всего, о «беспрецедентной культурной перестройке» миллиардов населения земного шара – всех без исключения, независимо от их положения в социальной иерархии. Для этого надо решать самую главную проблему – преодоление культурных «разломов», раскола культур, налаживание диалога культур. Это предполагает интенсивное развитие межкультурных коммуникаций, как многосторонних, так и двухсторонних, осуществляемых во всех сферах культуры на основе уважения культурной самобытности каждой

из культур, и с учетом тенденций усиления культурного влияния одних стран на другие, тенденций универсализации в мировом культурном развитии.

Таким образом, без соответствующих человеческих качеств, без глобальной ответственности каждого человека невозможно решение ни одной из глобальных проблем. Все проблемы слишком масштабны и сложны, поэтому н*еобходимо комплексное взаимодействие всего мирового сообщества*. Будем надеяться, что главным богатством всех стран в XXI веке станут сохраненные ресурсы природы и культурно-образовательный уровень людей, живущих в гармонии с этой природой. Вполне вероятно, что формирование нового информационного мирового сообщества, имеющего гуманные цели, станет той магистралью развития человечества, которая приведет его к решению и устранению главных глобальных проблем.

7.3. Общая характеристика комплексной системы обеспечения безопасности

7.3.1. Общие требования к созданию комплексной системы обеспечения безопасности

Комплексная безопасность является наиболее перспективным направлением для решения задачи защиты жизни, здоровья человека, его имущества, окружающей природы. Из самого термина – «комплексная» – следует, что речь идет о решении нескольких (многих) задач по безопасности одновременно. Это, собственно, вытекает из насущной потребности человека – иметь защиту от всех видов угроз. Понятно, что на практике решение такой задачи нереально. Наряду с многочисленными имеющимися угрозами постоянно появляются новые, меняются их характер и степень опасности. Поэтому можно говорить только о достижении некоторого компромиссного решения и обеспечивать защиту комплексно только от конечного набора наиболее опасных и реальных угроз. Понятие «комплексные системы безопасности» (КСБ) в последние годы широко используются в практике специалистов, предприятий, фирм, государственных ведомств и других организаций, за-

нимающихся вопросами обеспечения безопасности в различных областях деятельности. Работа в данном направлении проводится также в части создания нормативной базы и стандартов в области комплексных систем безопасности. В настоящее время имеется достаточно много нормативных документов, стандартов, рекомендаций, ведомственных норм и правил, в которых в той или иной мере рассматриваются вопросы комплексного подхода к безопасности. Существует множество организаций, которые предлагают свои собственные методы в построении КСБ. Все эти подходы имеют много общего, однако есть в них большое количество различий и особенностей, а зачастую и противоречий, что затрудняет их применение на практике. Задача создания КСБ достаточно сложна и требует серьезного и ответственного подхода, который должен опираться на определенные правила, закрепленные в нормативных документах. Наличие множества факторов, связанных с комплексностью задачи, усложняет эти правила, что может не только мешать эффективному решению поставленных задач, но даже приводить к ошибкам.

Одним из эффективных методов, способствующих решению сложных задач, представляется разработка концепции как первого этапа создания проекта сложных систем. Термин «концепция» (от *лат.* conceptio – понимание, система) означает определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет, руководящая идея для их систематического освещения. Этот термин употребляется также для обозначения ведущего замысла, конструктивного принципа в научной, художественной, технической, политической и других видах деятельности. Несмотря на это достаточно общее определение, имеющее некий «философский» уклон, разработка концепции (как некоторого начального документа) получила довольно широкое распространение даже на этапе проектирования систем безопасности различных объектов. Именно здесь в создании КСБ начинает превалировать технический аспект. Многие страны внедряют в практику КСБ на общей аппаратно-программной платформе. В этом случае функции совместно действующих различных систем должны дополнять друг друга, не оказывая взаимного влияния на работоспособность своих состав-

ных частей. В совместно действующих системах должны обеспечиваться алгоритмическая совместимость и раздельная регистрация поступающих от них служебных и треножных сигналов [7, 8]. Ниже приведена схема комплексной системы безопасности конкретной организации (рисунок 7.2).

Рисунок 7.2 – Схема комплексной безопасности предприятия

Итак, КСБ различных объектов, как правило, требует использования интегрированных систем, в состав которых входят следующие основные системы:

- охранно-тревожной сигнализации;
- пожарной сигнализации;
- контроля и управления доступом;
- охранного телевидения;
- сбора, обработки и отображения информации;
- пожаротушения и дымоудаления;
- оповещения и управления эвакуацией;
- оперативной связи;
- гарантированного электропитания.

Структура КСБ выполняется по классической схеме. Как правило, она состоит из следующих элементов:

- сервера, или главного компьютера, где хранятся и обрабатываются все базы данных системы;
- рабочих станций отдельных систем, осуществляющих обмен данными и командами с периферийными устройствами своих подсистем и производящих предварительную обработку получаемой информации;
- периферийных устройств (контроллеры, расширители, пульты управления и т. п.), непосредственно на аппаратном уровне взаимодействующих со своими извещателями, датчиками или исполнительными устройствами, а на информационном уровне связывающих их по локальному интерфейсу с рабочими станциями или с главным компьютером;
- извешателей охранной, тревожной, пожарной сигнализации, считывателей, клавиатуры, телекамер, световых и звуковых оповещателей и т. п.;
- локальной сети, информационно связывающей в единый интегрированный комплекс отдельные системы, каждая из которых может функционировать отдельно и независимо;
- сетевого, системного и прикладного программного обеспечения сервера и рабочих станций, а также микропрограммного обеспечения системных контроллеров, контрольных панелей и модулей.

При проектировании систем КСБ, прежде всего, необходимо выделить конкретные аспекты в организации безопасности с учетом потребностей и специфики объекта. Далее, исходя из оценки вероятного ущерба в случае совершения преступной акции, следует ранжировать значимость выделенных аспектов. Это наиболее сложная задача, и в большинстве случаев оценка вероятного ущерба не может быть выражена точным количественным значением. Затем необходимо провести тщательное обследование объекта в целях выявления его наиболее уязвимых для проникновения мест. Для этого изучаются и анализируются места и порядок хранения материальных и иных ценностей, расположение телефонных, компьютерных и иных линий связи, электрических, во-

допроводных, вентиляционных и других инженерных коммуникаций. Иными словами, должны быть выявлены места и пути достаточно «легкого», неконтролируемого доступа как на сам объект, так и к его материальным и иным ценностям. Такое обследование позволяет смоделировать возможное поведение злоумышленника и сценарий его предполагаемых действий.

Основным итогом обследования на данном этапе должно стать определение зон и точек защиты объекта и установление степеней их значимости. При построении КСБ объекта и анализе ее эффективности выбранные зоны и точки защиты рассматриваются как первичные структурные элементы. На практике зонами и точками защиты могут быть как отдельные строительные элементы объекта (окна, двери, ворота, калитки, забор и т. д.), так и его территория, ее периметр, здания и сооружения, отдельные помещения, зоны на территории и в здании и т. д.

Когда структура КСБ объекта выбрана, важно определить возможные средства для ее построения. В первую очередь рассматриваются кадровые ресурсы. При противодействии преступным посягательствам они играют основную роль, неся охранную службу, проводя профилактические мероприятия, организовывая и поддерживая заданный режим работы КСБ и объекта, в целом. Помимо определения состава необходимых кадровых ресурсов требуется наметить набор технических средств, которые будут использованы при построении КСБ объекта. С помощью технических средств обеспечения безопасности происходит блокирование угроз, автоматический контроль целостности границ зон защиты, ведется дистанционный визуальный контроль, оперативно изменяется степень защищенности охраняемых зон и объекта (например, блокировка дверей при проникновении злоумышленников или, наоборот, их разблокирование в случае пожара). Кроме того, автоматически протоколируются несанкционированные изменения в точках и зонах зашиты, а в случае нарушения или проникновения в зону защиты нарушителей фиксируются события и действия охраны по их обезвреживанию.

Объем и состав оборудования, используемого в каждой из систем входящей в КСБ объекта, зависят от его назначения и значимости. Критерием оценки при выборе варианта совместного

использования нескольких систем на объекте является компромисс между стоимостью возможных потерь и затратами на его реализацию.

Приоритетными для выполнения являются требования, обеспечивающие безопасность для жизни людей и пожарную безопасность объекта. КСБ должна, прежде всего, обеспечивать необходимую функциональную и аппаратную надежность, пожарную безопасность и помехоустойчивость.

Технические средства управления и контроля функционирования совместно действующих систем должны определяться их целевым назначением. Предпочтительны автоматические средства управления и контроля, но в качестве дублирующих допускаются и ручные.

Целесообразность дублирования определяется требованиями обеспечения эксплуатационной надежности систем. Средства управления и контроля должны иметь защиту от возможных ошибочных действий персонала.

Аварийные, тревожные сигналы от различных совместно действующих систем объекта, передаваемые для регистрации автоматически, следует фиксировать приборами управления раздельно. Соблюдение данного условия позволяет предотвратить возможность реагирования одной службы объекта на сигналы, предназначенные для другой службы, или принять персоналу охраны объекта решения и действия, неадекватные сложившейся ситуации, возникшей обстановке. В совместно действующих объектовых системах различного функционального назначения, требующих различного реагирования на выдаваемые ими сигналы и сообщения, виды и интенсивность таких сигналов должны быть различными. Все составные элементы системы технических средств обеспечения безопасности объекта могут и должны объединяться в единый комплекс с возможностью взаимного обмена информацией.

7.4. Общие принципы построения комплексной системы безопасности

Создание системы безопасности, как правило, должно начинаться с разработки концепции безопасности – обобщения систе-

мы взглядов на проблему безопасности рассматриваемого объекта на различных этапах и уровнях его функционирования, определения основных принципов построения системы, разработки этапов реализации мер безопасности [9–11].

Рассмотрим принципы построения системы безопасности объекта, на основе которых устанавливаются требования к созданию и организации функционирования системы безопасности в целом.

При построении системы безопасности объекта необходимо руководствоваться принципами:

- адекватности принятым моделям угроз (разработанные организационные и административные мероприятия, технические способы защиты объектов и их элементов должны соответствовать принятым угрозам и моделям нарушителей);
- зонального построения или зональным принципом (система безопасности должна предусматривать организацию и создание зон ограниченного доступа и охраняемых зон, обеспечивающих «эшелонированную» защиту охраняемых объектов и их критических элементов);
- равнопрочности (должен быть обеспечен требуемый уровень эффективности системы безопасности для всех выявленных в процессе анализа уязвимости типов нарушителей и способов совершения преступных действий);
- адаптивности (система безопасности не должна создавать препятствий функционированию объекта и должна адаптироваться к технологическим особенностям его работы, в том числе в чрезвычайных ситуациях с учетом принятых на объекте мер технологической и пожарной безопасности).

Соблюдение принципов построения системы безопасности позволяет обеспечить эффективность защиты объектов, которая определяется способностью технических подсистем комплексной системы безопасности и интегрированной системы безопасности противостоять нештатным ситуациям на объекте с учетом выявленных угроз и моделей нарушителей.

Каждая система безопасности – это уникальный продукт. Например, системы безопасности организации, предприятия или

производственной очень отличаются друг от друга. Тем не менее существуют общие принципы, основываться на которые можно при построении любой системы.

Все мероприятия по обеспечению безопасности можно разделить на пять категорий:

1) прогнозирование возможных угроз;

2) организация деятельности по предупреждению возможных угроз (превентивные меры);

3) выявление, анализ и оценка возникших реальных угроз безопасности;

4) принятие решений и организация деятельности по реагированию на возникшие угрозы;

5) постоянное совершенствование системы обеспечения безопасности организации, предприятия.

При этом организация и функционирование системы безопасности организации, предприятия должны осуществляться на основе следующих принципов:

Комплексность. Руководство организации, предприятия должно оценивать все возможные угрозы и, исходя из этого, строить систему безопасности.

Своевременность. Все, что делается для обеспечения безопасности, должно быть направлено в первую очередь на предупреждение возможных угроз, а также на разработку эффективных мер предупреждения посягательств на интересы организации, предприятия.

Непрерывность. Защитные меры должны применяться постоянно. Наиболее эффективным считается непрерывный цикл «планирование – реализация – проверка – совершенствование – планирование −…».

Законность. Система безопасности должна опираться на действующее законодательство с применением всех дозволенных методов обнаружения и пресечения правонарушений.

Плановость. Деятельность по обеспечению безопасности должна строиться на основе специально разработанных планов работы всех подразделений организации, предприятия и ее отдельных сотрудников.

Целесообразность. Руководству организации, предприятия обязательно нужно сопоставлять размер возможного ущерба и затраты на обеспечение безопасности (критерий «эффективность – стоимость»).

Дублирование. Средства защиты должны быть продублированы. Тогда при отказе одного звена системы всегда можно задействовать резервный вариант.

Специализация. Не обязательно все вопросы безопасности решать силами штатного персонала. Для большинства образовательных организаций экономически выгоднее привлекать к разработке и внедрению системы безопасности специализированные организации, сотрудники которых подготовлены к конкретному виду деятельности, имеют опыт практической работы и государственную лицензию на право оказания услуг.

Совершенствование. Меры и средства защиты следует изменять и дополнять, основываясь на собственном ежедневном опыте, отслеживать появление новых технических средств и нормативно-технических требований.

Централизация управления. Система безопасности должна работать самостоятельно по единым утвержденным в организации, предприятия принципам. Руководитель должен при любых условиях владеть ситуацией, и последнее слово в принятии решения остается неизменно за ним.

7.5. Условия функционирования систем безопасности

Объем и состав оборудования, используемого в каждой из систем, входящей в комплекс технических средств обеспечения безопасности объекта, определяются необходимым уровнем обеспечения безопасности объекта и его персонала. Вариант совместного использования нескольких систем безопасности на объекте может быть выбран на основе компромисса между стоимостью потерь от потенциальных угроз и затратами на реализацию этого варианта.

Приоритетными для каждой системы безопасности являются требования, обеспечивающие безопасность для жизни людей

и объекта. Поэтому основным техническим требованием к системе безопасности является обеспечение необходимой функциональной и аппаратной надежности, пожарной безопасности и помехоустойчивости. Под надежностью системы безопасности понимается ее свойство обнаруживать с заданной вероятностью проникновение (попытку проникновения) на охраняемый объект (зону объекта).

Основные условия функционирования системы безопасности могут быть сформулированы следующим образом.

Ни одна из подсистем в составе системы безопасности не должна нарушать режим функционирования объекта, а именно:

- функции совместно действующих систем должны дополнять друг друга, не оказывая взаимного мешающего влияния на работоспособность своих составных частей;
- в совместно действующих системах должны обеспечиваться алгоритмическая совместимость и раздельная регистрация поступающих от них служебных и тревожных сигналов;
- требования к эксплуатационной надежности, чувствительности и помехоустойчивости одной из подсистем не должны уступать аналогичным требованиям, предъявляемым к другим работающим совместно с ней подсистемам, чтобы не снижать общий уровень безопасности объекта в целом;
- выход из строя одной или нескольких подсистем или каналов связи не должен приводить к выходу из строя всей системы безопасности.

Система безопасности должна управляться как централизованно, так и децентрализованно с контролем уровня доступа персонала к системе. Состав системы управления и контроля функционирования совместно действующих подсистем должен определяться их назначением. Предпочтительны автоматические средства управления и контроля, в качестве дублирующих допускаются ручные. Целесообразность дублирования определяется требованиями по обеспечению эксплуатационной надежности систем. Средства управления и контроля должны иметь защиту от возможных ошибочных действий персонала.

Система безопасности должна сохранять исправное состояние при воздействии факторов окружающей среды и восстанавливать работоспособное состояние по окончании их воздействия.

Система безопасности не должна выходить из строя при отключении электроэнергии на объекте и сохранять работоспособное состояние при отключении сетевого или другого основного источника электропитания в течение времени прерывания электропитания. Сигнализации не должны выдавать ложных тревог при переключениях источников электропитания с основного на резервный и обратно.

Система должна контролировать, тестировать и защищать себя от несанкционированного доступа к управлению.

Совместно действующие объектовые системы различного функционального назначения требуют различного реагирования на выдаваемые ими сигналы аварии, тревоги. При этом:

- сигналы от различных совместно действующих систем, передаваемые для регистрации автоматически, должны фиксироваться приборами управления раздельно (соблюдение данного условия позволяет предотвратить опасность «ложного вызова службы», то есть реагирования одной службы объекта на сигналы, предназначенные для другой службы и/или принятия персоналом объекта действий, неадекватных возникшей обстановке);
- виды и интенсивность сигналов систем различного назначения должны быть различными (при этом звуковые аварийные, тревожные сигналы не должны препятствовать использованию речевой, в том числе телефонной связи).

Система не должна создавать угроз объекту обеспечения безопасности. В каждом конкретном случае охраны рассмотренный список может быть ограничен или дополнен дополнительными условиями. Функции совместно действующих систем безопасности должны дополнять друг друга и должна обеспечиваться алгоритмическая совместимость. Эксплуатационная надежность и помехоустойчивость. Все события, происходящие в системе безопасности, должны протоколироваться.

7.6. Управление безопасностью

Эффективному построению системы защиты организации, как правило, мешает невысокий уровень знаний по этому вопро-

су, дефицит профессиональных кадров, способных эффективно построить систему безопасности организации, предприятия, отсутствие практического опыта работы, должной литературы и учебных заведений, готовящих специалистов по безопасности организации, предприятия.

Из опыта известно, что руководитель начинает задумываться о безопасности своего учреждения только после того, как возникли проблемы и произошли финансовые потери. Этого можно и нужно избегать.

В первую очередь нужно сказать, что комплексная безопасность невозможна без обеспечения руководителя организации, предприятия информацией, необходимой для всесторонне взвешенного принятия управленческих решений как стратегических, так и оперативных. Если учреждение претендует на долгую жизнь и непрерывное развитие, необходима правильная обработка и анализ информации о внешней и внутренней среде организации, предприятия. Все это требуется для минимизации различных чрезвычайных рисков. При этом оптимальная политика руководства организации, предприятия в области создания действительно эффективной системы безопасности состоит в том, чтобы, исходя из имеющихся ресурсов и существующих приоритетов, проводить мероприятия, предусматривающие постепенное повышение эффективности всей системы безопасности.

Глава 8. Общая оценка состояния защиты населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций

8.1. Общая характеристика угроз, опасностей и рисков, характерных для Кыргызской Республики

Угрозы природного характера

Кыргызская Республика – самая крупная по площади горная республика среди стран СНГ, она расположена в зоне интенсивного столкновения двух гигантских литосферных плит планетарного масштаба: Евро-Азиатской – с севера и Индо-Австралийской – с юга, которые ответственны за развитие горообразовательных процессов и, соответственно, целого спектра различных природных стихийных бедствий и катастроф.

Горная система с позиций подверженности чрезвычайным ситуациям природного, техногенного, экологического и социально-биологического характера представляется особо уязвимой.

Наиболее распространенные виды опасных угроз являются: обвалы, оползни, сели, лавины, ледники, землетрясения, которые наносят значительный ущерб населению и хозяйству. Распространение, повторяемость, наносимый ущерб от природных явлений колеблются от года к году [12–18].

Землетрясения. Территория Кыргызской Республики относится к зоне высокой сейсмической активности и характеризуется в основном 8, 9 и более 9-балльной сейсмичностью (MSK-64), при этом, по экспертным оценкам, около 70 % жилой застройки является несейсмоустойчивой. По своей разрушительной силе и тяжести последствий землетрясения являются наиболее опасным природным явлением Кыргызстана. В среднем на территории Республики регистрируется около 8000 землетрясений в год, из них порядка десяти-двадцати ощутимых событий. К счастью, повторяемость катастрофических землетрясений относительно невелика и несоизмерима с частотой проявления других опасных природных процессов.

Сели, паводки. Ввиду своей распространенности и частоты сели и паводки находятся на первом месте по наносимому ущербу среди опасных природных явлений Кыргызской Республики. Всего насчитывается около 3900 селевых бассейнов, 2000 – высокогорных прорывоопасных озер, из них 200 имеют высокую вероятность прорыва, 300 населенных пунктов находятся в зоне катастрофического затопления.

Снежные лавины. Более половины территории республики подвержено лавинной опасности. Продолжительность лавинного сезона 5–7 месяцев. Ежегодно на горных автодорогах лавины приводят к чрезвычайным ситуациям и человеческим жертвам.

Оползни. На территории Кыргызской Республики насчитывается более 5000 активных оползней. В различной степени оползневыми процессами подвержено 600 населенных пунктов. В потенциально опасных зонах находится до 10 тысяч домов, где в перспективе необходимо провести противооползневые мероприятия либо переселение людей на безопасные территории.

Повышение уровня грунтовых вод. По данным кыргызской комплексной гидрологической экспедиции, всего по республике процессы подтопления развиты на площади 3200 кв. км, подвержены угрозам 344 населенных пунктов.

Угрозы техногенного характера

В настоящее время на территории Кыргызской Республике в закрытых шахтах, горных отвалах, хвостохранилищах, а также недостаточно полно изученных районах имеется около тысячи откартированных аномальных участков с концентрацией и радиоактивными проявлениями. В ведении МЧС находится 61 опасный объект, из них 36 хвостохранилищ (31 содержит радионуклиды) и 25 горных отвалов. Опасные отходы горнорудного производства захоронены более полувека тому назад. Из семи административных областей республики в пяти имеются законсервированные хвостохранилища и горные отвалы, которые создают высокий риск возможных радиоактивно-экологических катастроф как в акватории уникального озера Иссык-Куль (в районе пгт. Каджи-Сай), так и для населения и территорий четырех стран

Центральной Азии – Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана.

Проблемы захоронений радиоактивных отходов горнорудного производства резко повышают экологический риск, заболеваемость населения и отчуждение земель. Осуществление деятельности по обращению с радиоактивными отходами только с позиций исключительно долгосрочной эксплуатации и реабилитации законсервированных хвостохранилищ и горных отвалов в условиях высокой сейсмичности, оползневой, селевой и паводковой опасности территорий их размещения, а также сроков давности и ненадлежащего их содержания давно привели как к геофильтрационной разгерметизации, так и к иным способам утечки радионуклидов, которые имели место при прорыве дамб хвостохранилищ в Кыргызской Республики.

Угрозы техногенного характера, исходящие от производства

В республике насчитывается 1945 действующих промышленных предприятий и организаций, эксплуатирующих около 20 тысяч опасных объектов (подъемные краны, газопроводы, автозаправочные станции сжиженного газа, склады сильнодействующих ядовитых веществ, аммиачные установки, карьеры полезных ископаемых, шахт и т. д.).

В городе Бишкеке находится 460 организаций и предприятий, эксплуатирующих 1945 опасных объектов. Наиболее крупные предприятия, эксплуатирующие объекты: ТЭЦ, Открытое акционерное общество (далее по тексту – ОАО) «ТНК «Дастан», Общество с ограниченной ответственностью (далее по тексту – ОсОО) «Автомаш-Радиатор», ОАО «Корпорация Азат», ОсОО «Строймеханизация», акционерное общество (далее по тексту – АО) «Бишкекский машиностроительный завод», «Бишкектеплокоммунэнерго», ОАО «Таш-Темир», «Бишкекское управление газового хозяйства».

В Чуйской области находится 396 организаций и предприятий, эксплуатирующих 6747 объектов. Крупнейшие предприятия – ОАО «Кантский цементный завод», ОсОО «Кантское трубошиферное производство», ОсОО «Абдыш-Ата», Чуйское

управление газового хозяйства, ОсОО «Потенциал» в с. Ново-Покровка, ОсОО «Интергласс» и другие.

В Нарынской области – 112 организаций и предприятий, эксплуатирующих 946 объектов.

В Иссык-Кульской области − 213 организаций и предприятий, эксплуатирующих 1145 объектов.

В Таласской области – 75 организаций и предприятий, эксплуатирующих 222 объекта.

В городе Оше находится 171 организация и предприятие, эксплуатирующие 2355 опасных объектов. Наиболее крупные предприятия, эксплуатирующие объекты котлонадзора и подъемные сооружения, – на ТЭЦ, ОсОО «Авторемзавод», ОсОО «Гипрокислород», ОсОО «Шер Аз», Акционерное общество открытого типа (далее по тексту – АООТ) «Завод ЖБИ», АО «Ош-Акташ», АО «Болот» и других.

В Ошской области находится 127 организаций и предприятий, эксплуатирующих 1097 опасных объектов. Крупнейшие предприятия – АО «Ремснаб», ОАО Араванский хлопкозавод «Ак-Була», АО «Сельхозтехника», АО «Ак-Алтын».

В Джалал-Абадской области находится 287 организаций и предприятий, эксплуатирующих 3842 опасных объекта. Крупнейшие предприятия – АО «Завод Достук», Терексайский рудник ОАО «Кыргызалтын», Государственное акционерное общество (далее по тексту – ГАО) «Ташкомур».

В Баткенской области находится 104 организации и предприятия, эксплуатирующие 961 опасный объект.

Экономические потери из-за аварий и производственного травматизма на опасных производственных объектах достигают больших показателей и, в свою очередь, ухудшают социальную обстановку в обществе из-за потери рабочих мест. По данным ООН, за последнее время ущерб, нанесенный мировой экономике техногенными катастрофами и авариями, увеличился более чем в три раза и превышает ежегодно 200 миллиардов долларов США.

Риски, исходящие от гидротехнических сооружений

В Кыргызской Республике функционирует 6 водохранилищ Нарынского каскада гидроэлектростанций, около 450 водохрани-

лищ различного хозяйственного назначения. Начинается эксплуатация водохранилища и гидроэлектростанции Камбар-Ата-2. Устойчивость плотин водохранилищ и гидроэлектростанций из-за сроков давности их эксплуатации, воздействия землетрясений и современных движений земной коры имеет тенденцию к снижению их прочности.

В связи с высокой сейсмичностью региона всегда присутствует риск нарушения тела плотин, состоящих из грунтовых материалов, бетонно-земляных, гравитационно-бетонных, однородных взрывно-набросных и намывных инженерно-технических конструкций.

При аварийном, либо ирригационно-энергетическом сбросе объема воды по руслам рек наблюдаются процессы разрушения и размыва берегов с угрозой затопления населенных пунктов и территорий.

Угрозы экологического характера

В Кыргызской Республике значительные площади сельскохозяйственных угодий подвергнуты деградации в различной степени. Антропогенное воздействие и процессы опустынивания представляют реальную угрозу в снижении биологической продуктивности земель и развитии опасных природных процессов.

В совокупности с неблагоприятными социально-экономическими факторами хозяйствования деградация земель приводит к росту затрат при получении единицы продукции, невысокой экономической продуктивности земель и повышает уязвимость населения к бедствиям.

Изменение свойств атмосферы. По данным наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха, стабильно повышенный уровень загрязнения характерен для г. Бишкека. Основными загрязняющими веществами по-прежнему остаются диоксид азота, оксид азота и формальдегид. В целом концентрации загрязняющих веществ наблюдаются в пределах 1,25–3,5 предельно-допустимой нормы.

Риски чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера

Эпидемиологическая и эпизоотическая обстановка обусловлена наиболее характерными для Кыргызской Республики инфекционными заболеваниями: сибирская язва, брюшной тиф, бруцеллез, бешенство, ящур. Благоприятные климатические условия для возможной вспышки инфекционных заболеваний, недостаток доброкачественной питьевой воды, а также употребление воды из открытых водоемов способствуют развитию заболеваний общей кишечной группы, таких как брюшной тиф, вирусный гепатит и др. По сравнению с 2008 годом наблюдается понижение заболеваемости людей бруцеллезом. В 2009 году зарегистрировано 3629 случаев (в 2008 году – 3815 случаев), из них в Джалал-Абадской области – 1146 человек, Баткенской области – 284 человека, Иссык-Кульской – 550 человек, Нарынской – 436 человек, Ошской – 452 человека, Таласской – 252 человека, Чуйской области – 369 человек.

При эпидемиологических расследованиях установлено, что больные заболевают бруцеллезом и сибирской язвой при убое скота животных. На территории республики насчитывается 1234 почвенных очагов сибирской язвы, в 2009 годы зарегистрировано 11 случаев заболевания сибирской язвой, из них 10 – на территории Джалал-Абадской области. Серьезной проблемой, требующей комплексного решения, остается борьба с заболеваниями животных бешенством. Рост численности диких плотоядных животных и грызунов, являющихся основным резервуаром сохранения вируса бешенства и главным источником заражения животных, отсутствие комплексной программы борьбы с бешенством, взаимосвязи между заинтересованными в этом вопросе ведомствами, не позволяют делать оптимистичные прогнозы по предотвращению данного заболевания среди животных. Стационарно неблагополучными по бешенству остаются Джалал-Абадская и Баткенская области.

Угрозы терроризма и социальных конфликтов

Международные террористические организации, усиливая вооруженное противостояние силам антитеррористической коа-

лиции в Афганистане и Ираке, на фоне происходящих «цветных революций» в странах арабского мира, могут направить диверсионно-террористические формирования в страны Центральноазиатского региона с целью дестабилизации обстановки. Основной целью ставится создание в Центральноазиатском регионе государственных образований под теократическими (лжеисламскими) лозунгами. Одной из параллельных целей их деятельности является срыв поставок грузов для сил антитеррористической коалиции в Афганистане. Благоприятствует вышеуказанным устремлениям рост международного наркотрафика через страны Центральноазиатского региона, слабо укрепленные государственные границы и другие факторы. В этих условиях в странах региона наблюдается активизация подпольных ячеек международных террористических и религиозно-экстремистских организаций, преследующих цель дестабилизации обстановки в этих странах и установление своего контроля на отдельных территориях.

Как известно, в 2010 году в Кыргызской Республике имели место массовые беспорядки на межэтнической основе, и конфликтный потенциал все еще сохраняется, также наиболее активно протекают общественно-политические процессы. Компетентными органами Кыргызской Республики в ходе организации мероприятий по предупреждению, выявлению и пресечению террористических проявлений получена оперативная информация о намерении одной из террористических организаций, действующих на территории государств Центральноазиатского региона, совершить террористические акты в целях дестабилизации общественно-политической обстановки. Подобная информация поступает также от других правоохранительных и силовых структур Кыргызской Республики, органов государственной власти, а также от партнеров из компетентных органов стран СНГ, государств-членов Организации Договора о коллективной безопасности (ОДКБ) и Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), других источников.

Потенциально опасные объекты, которые могут быть подвержены проведению террористических актов:

- хвостохранилища и горные отвалы;
- объекты, использующие в своем производстве аварийные химически опасные вещества;

- прорывоопасные высокогорные озера;
- железнодорожный, воздушный транспорт;
- места массового скопления людей.

Риски от аварии на транспорте

Происходящие на автомобильных и железных дорогах, воздушном и водном транспорте аварии и катастрофы различны по своим видам, масштабам и размерам нанесенного материального ущерба. Как правило, все они приводят к гибели, поражениям людей, пожарам, взрывам, утечкам и разливам сильнодействующих ядовитых веществ и требуют огромных материальных и людских затрат на устранение их последствий. В стране 99 % грузоперевозок осуществляется автомобильным транспортом, в связи с чем имеется высокий риск возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями (ежегодно происходит свыше 2,5 тыс. ДТП), имели место чрезвычайные ситуации со значительными потерями в результате аварий на воздушном транспорте.

Опасности от пожаров

Среднее количество пожаров в год составляет 3125, средний ущерб − 192,531 тыс. сомов.

Причины пожаров обычно разделяются на три основные группы:

1) неосторожность (48 процентов пожаров), шалость детей с огнем (28 процентов), несоблюдение мер и правил пожарной безопасности при эксплуатации и устройстве электрического оборудования (31 процент);

2) причины, вызванные действием сил природы: самовозгорание, грозовые разряды, фокусирование солнечных лучей и некоторые другие;

3) поджоги, совершаемые по различным мотивам.

В населенных пунктах сельской местности радиус выезда пожарных подразделений, дислоцирующихся в районных центрах, превышает норматив в 8–10 раз. Так, например, удаленность от пожарной части до населенного пункта Туя-Моюн Араванского

района Ошской области составляет 120 км, села Жеркочку Нарынского района Нарынской области − 139 км, поселка Сарыжаз Ак-Суйского района Иссык-Кульской области – 120 км, села Кайнар Кара-Бууринского района Таласской области – 65 км, Суусамырского аймака Жайылского района Чуйской области − 157 км и т. д. Отдаленность населенных пунктов и неудовлетворительная связь увеличивают время следования пожарных подразделений к месту вызова, а отсутствие или неисправность противопожарного водоснабжения населенных пунктов и объектов хозяйствования негативно сказывается на оперативном реагировании подразделений противопожарной службы.

Проблемы:

1) изношенность оборудования и механизмов;

2) отток квалифицированных кадров за рубеж;

3) низкий уровень обучения специалистов, необходимость их подготовки за рубежом, для чего необходимо финансирование;

4) несовершенство законодательства по вопросам государственного надзора в области промышленности.

Методы оценки опасности от чрезвычайных ситуаций

Для оценки опасности могут быть использованы экономико-статистический (статистический) метод, метод экспертных оценок и комбинированный метод.

Экономико-статистический метод основан на сборе и обработке статистических данных о воздействии различных факторов чрезвычайной ситуации на элементы объекта оценки. В результате обработки статистических данных строятся уравнения регрессии, характеризующие изменения ущербообразующих признаков в зависимости от значения поражающих факторов чрезвычайной ситуации. Зная значения указанных факторов, определяют возможный размер натуральных потерь. Умножая показатель потерь в натуральном исчислении на соответствующий стоимостной показатель, рассчитывают величину опасности экономического ущерба.

Метод экспертных оценок применяется при отсутствии массива статистических данных или малой изученности явления,

иначе говоря, в условиях неопределенности. Его суть заключается в опросе мнений специалистов, имеющих опыт научных исследований по данной проблеме и практической работы в данной сфере деятельности. Обработка результатов опроса соответствующими методиками позволяет вывести ситуацию из состояния неопределенности и приблизительно оценить опасность экономического ущерба от той или иной чрезвычайной ситуации.

Наиболее точная оценка опасности от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера может быть получена только статистическим методом.

Объективность статистической оценки во многом зависит от уровня детализации объекта оценки, анализа ущербообразующих факторов и наличия репрезентативных данных о соответствующих чрезвычайных ситуациях и их экономических последствиях в прошлом.

Так, например, при оценке опасности экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций предприятию необходимо выделить следующие элементы возможных потерь: здания, сооружения и передаточные устройства, транспортные средства, станки и оборудование, запасы сырья и материалов, готовую продукцию на складах и на производстве, объем производства, персонал предприятия по местам работы и т. п. В свою очередь, каждый элемент необходимо разделить на группы. Например: здания производственного назначения, административные здания, здания социально-культурной сферы, а также выделить в них деревянные, кирпичные и блочные строения.

При оценке опасности для территории целесообразно выделить такие элементы как:

- объекты материальной культуры, в том числе объекты производственного назначения, жилищный фонд, здания социально-культурной и бытовой сфер;
- транспортная инфраструктура;
- линии электропередачи, газо- и нефтепроводы;
- коммунальные сети;
- сельскохозяйственные угодья;
- лесные угодья и зеленые насаждения населенных пунктов;

- водоемы хозяйственного и рекреационного назначения;
- население как демографический элемент;
- объем валового регионального продукта и т. п.

По каждому элементу осуществляется статистическая оценка потерь. Итоговый показатель опасности экономического ущерба может быть получен как сумма ожидаемых потерь ущербообразующих элементов. Следует иметь в виду, что данный показатель должен отражать не только стоимость прямых возможных потерь, но и отдаленные потери, связанные с нарушением функционирования соответствующих элементов в последующих циклах воспроизводства.

Поскольку цепочка воспроизводственных циклов стремится к бесконечности, необходимо решить вопрос о разумных пределах числа анализируемых циклов. Расчеты, выполненные в 70-х годах XX века отечественными учеными на основе межотраслевого баланса народного хозяйства, показали, что таким пределом являются пятый-шестой циклы. Последующие циклы дают столь незначительное приращение опасности экономического ущерба, что ими следует пренебречь.

Анализ специальной литературы по проблемам оценки опасности экономического ущерба от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций показывает, что существенных отличий в методологии ее выполнения нет. Различия между ними заключаются в характере поражающих факторов.

Оценка экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Угроза для жизнедеятельности человека от природных и техногенных опасностей реализуется в виде негативных воздействий, которые могут привести к стихийным бедствиям на некоторых территориях, авариям и катастрофам на объектах техносферы. Воздействия природных и техногенных ЧС могут привести к следующей цепочке: «последствия – потери – ущерб – возмещение».

Ущерб *– это результат негативного изменения вследствие каких-то событий, явлений, действий состояния объектов, вы-*

ражающийся в нарушении их целостности или ухудшения других свойств; фактические или возможные социальные и экономические потери (отклонения в состоянии здоровья или смерть); нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности; утрата материальных, культурных, исторических, природных ценностей; ухудшение окружающей среды.

Понятие последствий стихийного бедствия или аварии носит обобщенный неэкономический характер. Понятие ущерба есть экономическая величина, которая представляется в стоимостном выражении.

Иными словами, *ущерб – это оцененные последствия* (рисунок 8.1).

Оценку экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера затрудняет отсутствие единого подхода к содержанию данного показателя. Единственным законодательным актом в нашей стране, в котором дается понятие ущерба, является Гражданский кодекс Российской Федерации.

В гражданском праве *под ущербом* понимается уменьшение имущества либо недополучение дохода, который мог быть получен при отсутствии правонарушения.

Естественно, что такое определение ущерба не отвечает потребностям оценки экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций. Специфика его заключается в необычайно широком содержании, многообразии проявлений, в том, что он не может быть адекватно измерен с помощью показателей материального ущерба или иных существующих правовых конструкций.

Одно из первых определений экономического ущерба применительно к загрязнению атмосферы было дано В.П. Халдеевым. Под ущербом народному хозяйству, причиняемым промышленными предприятиями, он предложил понимать дополнительные затраты, необходимые для ликвидации негативных социально-экономических последствий загрязнения воздушного бассейна, выраженное в стоимостной форме.

И.Я. Блехцин под ущербом в общем виде понимает фактические или возможные потери, возникающие в результате негативных изменений вследствие антропогенного воздействия.

Рисунок 8.1 – Экономические последствия чрезвычайных ситуаций

Оригинальную трактовку экономического ущерба дают Л.А. Белашев, Л.Я. Миленина и др. Под экономическим ущербом они понимают минимальную сумму затрат живого и овеществленного труда, необходимую для поддержания неизменными уровня производства и условий проживания населения, а при неизбежности их снижения или ухудшения – для развития производства продукции и услуг в объеме, обеспечивающим полное предупреждение возможных негативных последствий.

Макроэкономическую трактовку эколого-экономического ущерба предложил В.В. Немченко. По его мнению, под эколого-экономическим ущербом следует понимать разность между совокупным общественным продуктом, который мог бы быть получен на основе рационального природопользования, и фактически полученным при существующем состоянии окружающей среды и уровне использования природных ресурсов.

В 1980 году сотрудники ЦЭМИ Н.П. Федоренко, К.Г. Гофман и А.А Гусев предложили трактовать экономический ущерб как дополнительные затраты, возникающие в народном хозяйстве и у населения, вследствие повышенного загрязнения окружающей среды сверх такого ее состояния, при котором не возникают

негативные последствия от воздействия загрязнителей, выраженные в стоимостной форме.

Анализ приведенных формулировок понятия экономического ущерба позволяет сделать вывод об общности методологии и некоторых расхождениях в методиках оценки.

Суммируя сказанное, можно сделать вывод что, *экономический ущерб от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций следует определить как совокупность непосредственных и отдаленных потерь общества в результате повреждения и разрушения материальных объектов производственного, социально-культурного и бытового назначения, культурных ценностей и убыли трудовых ресурсов, а так же недополучения прибыли вследствие непредвиденного изменения условий и целей хозяйственной деятельности, затрат на ликвидацию чрезвычайной ситуации и ее последствий, выраженную в стоимостной форме.*

По сути, *это определение совокупного социально-экономического ущерба.* Именно такой подход целесообразен с точки зрения обеспечения защиты населения и территорий от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций.

При рассмотрении последствий ЧС различают *прямой, косвенный, полный и общий ущерб* (рисунок 8.2). В первом приближении (верхняя оценка) ущерб от ЧС равен затратам на восстановление положения, существовавшего до их наступления.

К ***прямым потерям*** (ущербу) относят разрушения, повреждения, радиоактивное загрязнение, химическое заражение, негативные последствия воздействия поражающих и вредных факторов на объекты природы и народного хозяйства (земля, люди, растительный и животный мир, здания, сооружения, оборудование, полуфабрикаты, сырье, посевы, скот и т. п.), то есть все то, что находится в сфере интересов человека. Влияние этих же последствий на состояние и функционирование других объектов природы и народного хозяйства относят к косвенному ущербу.

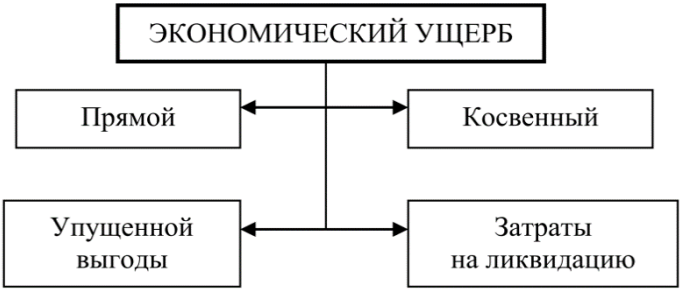


Рисунок 8.2 – Классификация экономического ущерба

Итак, *прямой ущерб* в результате ЧС – это потери и убытки всех представляющих интерес для жизнедеятельности человека объектов, которые попали в зону действия поражающих факторов опасного природного и техногенного явления. Они складываются из ущерба здоровью людей, невозвратимых потерь основных фондов, недополученной прибыли.

Косвенный ущерб от ЧС – это потери, убытки и дополнительные затраты, которые несут объекты, не попавшие в зону действия негативных факторов, а также потери (дополнительные затраты) на мероприятия по ликвидации последствий ЧС. Он включает:

- *ущерб упущенной выгоды*, который выражается в недополучении прибыли или ожидаемых результатов в связи со срывом производственных программ, программ развития производства и сферы услуг. Он формируется посредством перенаправления финансовых, материальных и трудовых ресурсов из-за изменения структуры спроса, отвлечения всех видов ресурсов на ликвидацию чрезвычайной ситуации и ее последствий.
- *затраты на ликвидацию чрезвычайных ситуаций* подразделяются на затраты по локализации и ликвидации чрезвычайной ситуации и затраты на восстановление пострадавшего населения и объектов экономики.
- *отдаленные глобальные изменения природной среды*, которые трудно оценить в денежном выражении с позиций нынешнего поколения.

Полный ущерб является суммой прямого или косвенного ущербов. Полный ущерб определяется на конкретный момент времени и является промежуточным по сравнению с *общим ущербом*, который определяется количественно в отдаленной перспективе. Необходимость рассмотрения распределенных во времени или отдаленных проявлений ущерба особенно важна для аварий, связанных с воздействием на компоненты окружающей среды или воздействием радиоактивных элементов. Так, срок проявления аварий на АЭС может достигать до 100 лет.

По *объекту воздействия негативных факторов* различают следующие виды ущерба:

- жизни и здоровью конкретных людей (медико-биологический), в конечном итоге приводящий к сокращению продолжительности предстоящей жизни и социальным потерям;
- физическим и юридическим лицам, организациям (материальный, экономический, моральный);
- социально-экономической системе (социально-экономический), который состоит в утрате того или иного вида собственности, затрат на переселение людей, выплате компенсаций пострадавшим, упущенной выгоды от незаключенных и расторгнутых контрактов, нарушении процесса нормальной жизнедеятельности и т. д.;
- государству (социально-политический);
- природной среде (экологический) – ухудшение природной среды или затраты на ее восстановление.

Методические основы оценки экономического ущерба

На основе рассмотренной структуры совокупного социально-экономического ущерба экономико-статистическую модель его оценки можно представить в виде формулы

$$C_y = \sum^n (k_i \times f_i),$$

где C_y – совокупный социально-экономический ущерб от чрезвычайной ситуации; k_i – частный коэффициент ущерба для i-го элемента; f_i – статистический вес, характеризующий значимость i-го элемента в экономике региона или иного субъекта хозяйствования.

В качестве частных коэффициентов принимается доля разрушений и повреждений (потерь) соответствующего элемента ущерба.

В качестве статистического веса может быть использована среднегодовая стоимость *i*-го элемента.

Частный коэффициент ущерба каждого элемента ущерба рассчитывается на основе средневзвешенной величины. Математическая формула модели расчета частного коэффициента имеет следующий вид:

$$C_y = \sum_{j=1}^{n} (k_i \times f_i),$$

$$k_i = \frac{k_j}{k_{j\ убрать}},$$

где k_j – частный коэффициент ущерба для *j*-ой группы объектов *i*-го элемента; f_j – статистический вес, характеризующий значимость *j*-ой группы объектов *i*-го элемента ущерба в экономике региона или иного субъекта хозяйствования.

В качестве частных коэффициентов принимается доля разрушений и повреждений (потерь) соответствующей группы объектов.

В качестве статистического веса может быть использована среднегодовая балансовая стоимость *j*-ой группы объектов за вычетом амортизационных отчислений в денежном измерении. В условиях экономики рыночного типа для расчета f_j может быть использована сложившаяся на момент чрезвычайной ситуации рыночная цена на ту или иную группу объектов.

Применение указанной процедуры вызвано определенной внутренней неоднородностью элементов ущерба.

Например, основные производственные фонды предприятия включают такие группы объектов, как производственные земельные участки, здания, здания вспомогательного производства, станки и оборудование производственных цехов, производственные сооружения и передаточные устройства, автомобили различного назначения зеленые насаждения и т. п.

На отдельных предприятиях в число основных производственных фондов могут входить права собственности и равные

им другие имущественные права, мебель и вычислительная техника, различные радиотехнические устройства и электротехнические установки.

Мы назвали только некоторые группы основных производственных фондов, но и такое их краткое перечисление подтверждает необходимость дифференцированного подхода к их рассмотрению.

Экономической предпосылкой такого подхода является установление для каждой из групп индивидуальной нормы амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов. Естественно, что сумма начисленных амортизационных отчислений не должна включаться в общую сумму экономического ущерба.

В то же время существуют элементы ущерба, по которым не происходит начисление амортизационных отчислений, например, трудовые ресурсы.

С технической точки зрения, рассматриваемый подход базируется на различной восприимчивости объектов одного и того же элемента к воздействию поражающих факторов чрезвычайной ситуации.

Одним из преимуществ рассматриваемого подхода является доступность информации, необходимой для выполнения расчетов. Она берется из документов бухгалтерского учета и отчетности. Соответствующие данные могут быть получены в органах государственной статистики и в структурах страхового фонда документации. Важное значение имеет и простота выполнения оценки экономического ущерба с помощью данной модели.

На основе данной модели могут быть созданы более сложные экономико-статистические модели совокупного социально-экономического ущерба или экономического ущерба конкретным объектам экономики.

Основные методики расчета ущербов

Материальный и экономический ущерб при ЧС

Материальный и экономический ущерб определяется как повреждение и утрата основных и оборотных фондов, ущерб имуществу третьих лиц. Суть оценки прямого ущерба заключается в том, что при известных местах аварий в регионе, распределении имущественных объектах, характеристиках воздействия выделяют зоны с уничтожением и повреждением разной степени сооружений, зданий, оборудования и пр. Составляют реестр поврежденных и уничтоженных объектов, степень повреждения. Далее, зная степень повреждений и стоимости объектов, вычисляют ущерб в денежном выражении.

Медико-биологический ущерб для человека и социальные потери

Медико-биологический ущерб определяют по следующим методикам.

Расчет экономических последствий в случае гибели человека при ЧС.

Единовременное пособие предприятия семье погибшего рассчитывается по формуле

$$Э_{ЕП} = О_{МИН},$$

где $О_{МИН}(О_{СР})$ – оптимальная оплата труда на день выплаты (среднемесячная зарплата) за 5 лет, то есть за 60 месяцев.

Единовременное пособие за моральный вред, причиненный семье погибшего ($Э^{М}_{ЕП}$), устанавливается по согласованию между работодателем и семьей умершего, а при недостижении соглашения – судом.

Моральный ущерб может быть установлен не только в денежном выражении, но и в другом материальном пособии.

Пособия (пенсии) членам семьи, состоявшим на иждивении умершего, р. в год рассчитывается по формуле

$$Э^{ГОД}_{ПС} = О_{СР} В_{И} Р_{М} 12,$$

где $О_{СР}$ – среднемесячная заработная плата, р.; $В_и$ – коэффициент индексации в связи с повышением стоимости жизни; *Рм* – коэффициент повышения размера минимальной заработной платы; 12 – количество месяцев на положенный срок.

$$Э_{ПО} = Э_{ПС}^{ГОД} n_Л,$$

где $n_л$ – количество лет выплаты учащимся до окончания обучения, но не более, чем до 23 лет; женщинам старше 55 лет и мужчинам старше 60 лет – пожизненно; инвалидам – на срок инвалидности; члену семьи, не работающему и занятому уходом за малолетними членами семьи – до достижения ими 14 лет.

Пособие по регрессивному требованию органов государственного социального страхования, равное сумме пособий, выплаченных гражданам, имеющим право на возмещение вреда, р. рассчитывается по формуле

$$Э_{СС} = Э_{ПС}.$$

Условные потери предприятия от досрочного ухода работника из сферы производства в связи со смертью (инвалидностью), руб. в год рассчитывается по формуле

$$Э_{УП}^{ГОД} = О_{СР}(n_П - n_С)12,$$

на положенный срок:

$$Э_{УП} = Э_{УП}^{ГОД}(n_П - n_С),$$

где $n_П$ – количество лет до ухода на пенсию (женщин – 55 лет, мужчин – 60 лет); $n_с$ – полное количество лет в момент смерти.

Потери на расследование несчастных случаев работниками производства и следственнымими органами

$$Э_{СП} = С_С + О_{СР}^{С} n_С m_Р 0,$$

где $С_с$ – сумма иска судебно-следственным органом за участие в проведении расследования, руб.; $О_{СР}^{С}$ – среднедневная заработная плата работника следственных органов, руб.; $n_с$ – число рабочих дней, потраченных на расследование; $m_с$ – количество работников, участвующих в расследовании.

Потери на выполнение дополнительных, срочных мероприятий по предупреждению подобных несчастных случаев на производстве, руб. рассчитывается по формуле

$$Э_{ДОП} = C_M n_M \ ,$$

где $C_м$ – стоимость мероприятий, оборудования, приспособлений и т. п., руб.; $n_м$ – количество мероприятий, оборудования и т. п.

Потери от временной остановки трудового процесса в день получения травмы (можно определить по снижению производительности), руб. в год, рассчитываются по формуле

$$Э_{ПВ} = C_M (B_g - B_n),$$

где $C_м$ – стоимость единицы продукции, руб.; B_g – среднее количество продукции, выпускаемой ежедневно, ед.; B_n – количество продукции, выпущенной в день происшествия, ед.

Материальная помощь, выделяемая из фонда профсоюзов $(Э_{пф})$, р.

Потери в связи с подготовкой нового работника на место погибшего, р. рассчитывается по формуле

$$Э_{ОБ} = (C_{ОБ} N_g + DN_g) B_И \ ,$$

где $C_{ОБ}$ – стоимость образования; N_g – длительность подготовки, дн.; D – доплата до средней заработной платы в период обучения, руб.

Итого, экономические последствия в случае гибели работника на производстве составляют, р.

$$Э_{ГБ} = Э_{ЕП} + Э_{ЕП}^{M} + Э_{ПС} +$$
$$+ Э_{СС} + Э_{УП} + Э_{СЛ} + Э_{ДОП} + Э_{ПВ} + Э_{ОБ} + Э_{ПРОЧ} \ ,$$

Стоимостные оценки вреда для жизни и здоровья

Расчет экономических последствий в случае получения работником инвалидности от производственной травмы или профессионального заболевания

Единовременное пособие пострадавшему равно или больше среднемесячного заработка

$$Э_{ЕП}^{B} \geq Э_{СР} \ .$$

Единовременное пособие за моральный вред, причиненный пострадавшему – $Э_{ЕП}^{M}$.

Размер возмещения вреда в зависимости от степени утраты потерпевшим профессиональной трудоспособности, р. в год рассчитывается по формуле

$$Э_{В}^{Т} = Э_{МИН}^{Т} \frac{В}{100} В_{И} Р_{М} 12 ,$$

где $Э_{МИН}^{Т}$ – минимальный размер зарплаты, руб.; $В$ – степень утраты профессиональной трудоспособности, устанавливается ВТЭК, %; $Р_{м}$ – коэффициент повышения минимального размера зарплаты.

Расход на оплату листка нетрудоспособности до установления инвалидности, руб. рассчитывается по формуле

$$Э_{БОЛ}^{Т} = Э_{СР}^{g} N_{ДБ} В_{И} Р_{М} ,$$

где $Э_{СР}^{g}$ – среднедневная заработная плата, р.; $N_{ДБ}$ – количество дней по листку нетрудоспособности в году, дн.

Потери в виде непроизводственной заработной платы за период нетрудоспособности, условно принимаются равными $Э_{БОЛ}$, руб.

$$Э_{НЗП} = Э_{БОЛ} .$$

Потери в виде недополучения налогов за период нетрудоспособности в год рассчитываются по формуле

$$Э_{НАЛ} = Э_{СР}^{g} N_{ДБ} 0{,}13 .$$

Размер пенсии по инвалидности, руб. в год рассчитывается по формуле

$$Э_{П}^{Т} = Э_{СР} \frac{П}{100} Р_{м} В_{и} К_{g} 12,$$

на положенный срок:

$$Э_{П}^{О} = Э_{П}^{Т} n_{Л} ,$$

где $П$ – показатель для определения размера пенсии в зависимости от группы инвалидности (I и II группы инвалидности – 5 %, III – 30 %); $К_{g}$ – коэффициент других надбавок (стаж работы, вредность, тяжесть труда и др.).

Размер надбавок на уход за инвалидом, руб. в год рассчитывается по формуле

$$Э_{У}^{Т} = П_{М} \mu 12,$$

на положенный срок:

$$Э_{У}^{О} = Э_{У} n_{Л},$$

где $П_{м}$ – минимальный размер пенсии по старости при общем трудовом стаже (для женщин – 20 лет, для мужчин – 25 лет); μ – коэффициент, принять 2/3 от Пм.

Расходы на дополнительное питание пострадавшего, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э_{пит}^{Т} = C_{П} G_{П} B_{И} 12;$$

на положенный срок:

$$Э_{пит}^{о} = Э_{пит}^{Т} n_{Л},$$

где $Сп$ – стоимость продуктов в месяц по ценам, сложившаяся в данной местности, руб.; $G_{\text{п}}$ – количество продуктов в месяц, кг, шт.

Расходы на медицинский уход за инвалидом, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э_{мед}^{Т} = 20_{мин}^{Т} \frac{50}{100} B_{и} P_{м} 12,$$

на положенный срок:

$$Э_{мед}^{О} = Э_{мед}^{Т} n_{л}.$$

Расходы на бытовой уход за пострадавшим, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э_{бу}^{Т} = О_{мин}^{Т} \frac{50}{100} B_{и} P_{м} 12,$$

на положенный срок:

$$Э_{бу}^{о} = Э_{бу}^{о} n_{л}.$$

Расходы на приобретение лекарств пострадавшему, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э_{лек}^{Т} = C_{лек} G_{лек} B_{и} 12;$$

на положенный срок:

$$Э_{лек}^{о} = Э_{лек}^{Т} n_{л}^{Т},$$

где $С_{лек}$ – стоимость лекарств по данным аптек руб.; $G_{лек}$ – количество лекарств в месяц, кг, шт.; $n_{л}^{Т}$ – период приема лекарств, лет.

Расходы на протезирование, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э^{T}_{про} = C_{про} N_{про} B_{и};$$

на положенный срок:

$$Э^{o}_{про} = Э^{T}_{про} n_{л},$$

где $C_{про}$ – стоимость протезов по счетам протезно-ортопедических предприятий, руб.; $N_{про}$ – количество протезов в год, шт.;

Расходы на санитарно-курортное лечение, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э^{T}_{л} = C_{П} N_{П} B_{И};$$

на положенный срок:

$$Э^{o}_{л} = Э^{T}_{л} n_{л},$$

где C_{n} – стоимость путевки, руб.; $N_{п}$ – количество путевок в год.

Расходы на проезд на санитарно-курортное лечение пострадавшего, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э^{T}_{пр} = C_{пр} N пр B_{и};$$

на положенный срок:

$$Э^{o}_{пр} = Э^{T}_{пр} n_{л}$$

где $C_{пр}$ – стоимость проезда до места лечения и обратно, руб.; $N_{пр}$ – количество поездок на лечение в год.

Расходы за проживание и проезд лицу, сопровождающему пострадавшего, руб. рассчитываются по формуле

$$Э_{соп} = (C_{соп} N_{g} + C^{соп}_{леч} N^{соп}_{леч}) B_{и},$$

где $C_{соп}$ – полная или частичная стоимость проживания сопровождающего лица, руб.; N_g – количество дней проживания, дн.; $C^{соп}_{леч}$ – полная или частичная оплата проезда сопровождающего лица; $N^{соп}_{леч}$ – количество поездок для сопровождения пострадавшего в год.

Расходы на клиническое лечение пострадавшего, руб. в год рассчитываются по формуле

$$Э^{к}_{леч} = C_{км} N_{g} B_{и}$$

на положенный срок:

$$Э^{о}_{леч} = Э^{к}_{леч} n_{леч},$$

где $C_{км}$ – стоимость одного койко-места в клинике, руб.; N_q – длительность нахождения пострадавшего в больнице в год, дн.; $n_{леч}$ – количество лет, требующихся для клинического лечения.

Расходы на амбулаторное лечение пострадавшего, руб. в год рассчитывается по формуле

$$Э^{о}_{леч} = C_a N_в B_и;$$

на положенный срок:

$$Э^{о}_{леч} = Э^{о}_{леч} n_{раз},$$

где C_a – стоимость одного вызова врача (медсестры), руб.; N_e – количество вызовов в год; $n_{раз}$ – количество вызовов врача (медсестры).

Тогда экономические последствия в случае инвалидного исхода в результате производственной травмы или профессионального заболевания составят, руб.

$$Э_{инв} = Э_{еп} + Э^{м}_{еп} + Э_{уп} + Э_{сл} + Э_{доп} + Э_{пв} + Э_{пф} +$$
$$+ Э_{ов} + Э_{в} + Э_{бол} + Э_{нзп} + Э_{нал} + Э_{п} + + Э_{у} + Э_{пит} + Э_{мед} +$$
$$+ Э_{бу} + Э_{лек} + Э_{про} + Э^{к}_{леч} + Э^{а}_{леч} + Э_{пр}.$$

Расчет экономических последствий в случае получения работником производственной травмы или заболевания без инвалидного исхода

Потери на расследование несчастного случая работниками производства, руб. рассчитываются по формуле

$$Э_{рас} = Э^{р}_{ср} n_р m_р,$$

где $Э^{р}_{ср}$ – средняя зарплата работников, проводящих расследование, руб.; $n_р$ – количество дней расследования; $m_р$ – количество работников, участвующих в расследовании.

Потери предприятия из-за снижения производительности труда пострадавшего после болезни или травмирования, руб. рассчитывается по формуле

$$Э_{пред} = K_П \alpha P_О,$$

где $K_п$ – коэффициент, учитывающий снижение прибыли в течение трех месяцев после выхода на работу ($K_п$ = 3 при длительности болезни от 5 до 10 дн., $K_п$ = 5 при длительности от 11 до 20 дн. и $К_п$ = 9,5 – более 10 дн.); $\alpha = \frac{K_{фп}}{K_c}$ – коэффициент, учитывающий поправку к прибыли вследствие снижения квалификации работника; $K_{фп}$ – тарифный коэффициент разряда пострадавшего; K_c – тарифный коэффициент среднесписочного работника; P_o – среднедневная сумма прибыли, приходящаяся на 1 отработанный чел.-дн. в расчетный период, руб.

Потери, связанные с оплатой пострадавшему той части смены в день получения травмы или заболевания, которую он не доработал, руб., рассчитываются по формуле

$$Э_{тр} = Э_{ср}^{час} T,$$

где $Э_{ср}^{час}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T – неотработанное количество часов, ч.

Потери предприятия за неиспользованный отпуск, р. рассчитывается по формуле

$$Э_{нот} = Э_{СР} \frac{N_{дб}}{N_r},$$

где N_r – число рабочих дней в году.

Потери прибыли за период нетрудоспособности, руб. рассчитываются по формуле

$$Э_{при} = \alpha P_O N_{дб}.$$

Тогда экономические последствия в случае получения работником производственной травмы или заболевания без инвалидного исхода составят, руб.

$$Э_{б.инв} = Э_{доп} + Э_{пв} + Э_{пф} + Э_{об} + Э_{бол} + Э_{нзп} + Э_{нал} + Э_{л} +$$

$$+ Э_{пр} + Э_{леч}^{к} + Э_{леч}^{а} + Э_{нот} + Э_{пред} + Э_{тр} + Э_{рас} + Э_{при} + Э_{пр}.$$

Таким образом, экономические последствия от травм и заболеваний зависят от их характера и тяжести.

Экологический ущерб

Основные виды экологических катастроф техногенного происхождения связаны с:

- загрязнением природной среды;
- механическими нарушениями природной среды;
- потерей генофонда и биоразнообразия.

Расчет ущерба выполнен на основании методик для аварийных ситуаций.

Убытки, причиненные загрязнением, *атмосферного воздуха* при разрушении емкостного оборудования, рассчитывают по формуле

$$У_{атм} = У_{уд} \times М \times Кэ,$$

где $У_{уд}$. – величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, руб./усл.т; $М$ – приведенная масса выбросов, определяемая как произведение массы выброса на коэффициент эколого-экономической опасности; $К_э$ – коэффициент экологической ситуации.

Ущерб от *загрязнения земель* определяют по формуле

$$У_{зем} = Нс \times S \times Кэ,$$

где $Н_с$ – норматив стоимости земель, руб./га; S – площадь земель, загрязненных химическим веществом, га; $К_э$ – коэффициент экологической ситуации.

Убытки, причиненные загрязнением *водных ресурсов* при разливе АХОВ рассчитывают по формуле

$$У_{вод} = У_{уд} \times М \times Кэ,$$

где $У_{уд}$. – величина экономической оценки удельного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водный объект, руб./усл. т; $М$ – приведенная масса сбросов, определяемая как произведение массы сброса на коэффициент эколого-экономической опасности; $К_э$ – коэффициент экологической ситуации.

8.2. Актуальные задачи комплексного оценивания безопасности территории Кыргызской Республики

Динамика развития быстропротекающих видов ЧС, таких как наводнения, сели, землетрясения и др., весьма ограничивает запас времени для принятия решений по ликвидации ЧС и минимизации ущербов. Дефицит времени на принятие решений при наступлении ЧС обусловливает необходимость развития методов раннего предупреждения ЧС природного и техногенного характера путем комплексного оценивания состояния объектов техносферы и окружающей среды на основе данных мониторинга. Методы раннего предупреждения направлены на повышение эффективности управления и обеспечение приемлемого уровня безопасности территории [28].

На сегодняшний день на территории республики создана сеть мониторинга и контроля потенциальных источников возникновения чрезвычайных ситуаций, развернуты сети метеостанций и сейсмостанций, внедряются датчики контроля параметров функционирования на различных объектах хозяйствования, используются системы видеомониторинга [19, 20]. Кроме инструментальных средств контроля развиваются и теоретические исследования: как в Кыргызстане, так и во всем мире ведется большое количество исследований по разработке методов анализа рисков, внедряются автоматизированные системы информационно-аналитической поддержки предупреждения и ликвидации ЧС [19, 21–23]. Эффективное управление территориальной безопасностью основывается на интеграции данных различных систем мониторинга и комплексном аналитическом оценивании факторов опасности.

Существующая методологическая и технологическая база, а также накопленная статистика, являются достаточными предпосылками для разработки средств комплексного оценивания природно-техногенной безопасности территории на основе оперативного моделирования и аналитического обобщения показателей риска с учетом территориально-ориентированных нормативов.

Комплексный подход к оцениванию безопасности территории включает в себя обеспечение оперативного и стратегического управления. *Оперативное управление* безопасностью территории подразумевает постоянный контроль в режиме реального времени за параметрами состояния опасных объектов и своевременное выявление предпосылок к возникновению ЧС.

Стратегический контроль подразумевает создание теоретических и методологических основ для планирования и осуществления ряда административно-правовых и экономических мероприятий с целью снижения риска. Стратегический контроль направлен на повышение эффективности управления территориальной безопасностью в целом. Системы оперативного и стратегического контроля относительно независимы и отличаются временными рамками действий, однако управление территориальной безопасностью, основанное на реализации этих двух основных направлений, наиболее эффективно [21].

Важнейшей составляющей комплексного подхода к оцениванию безопасности территории является анализ факторов риска, характеризующих различные виды опасностей. Например, по данным региональной системы мониторинга Кыргызской Республики можно выделить следующие основные виды обстановок:

- метеорологическую;
- гидрогеологическую;
- сейсмическую;
- радиационную;
- паводковую;
- ледниковую;
- обстановку в системе жизнеобеспечения;
- пожароопасную обстановку.

Комплексная оценка безопасности территории аналитически обобщает факторы риска по каждой обстановке и по территории в совокупности. В формальном виде комплексная оценка *K(S)* для территории S может быть представлена в виде

$$K(S) = f\ (k_1(S),\ k_2(S),\ \ldots k_n(S)),$$

где n – количество обстановок; $k_i(S),\ i = 1 \ldots n$ – оценка факторов риска i-й обстановки с учетом территориально-ориентированных

нормативов; f – функция, аналитически обобщающая частные оценки факторов опасности различных сфер мониторинга. Оценивание текущего состояния безопасности является ключевым этапом процесса принятия управленческих решений, и качество решений во многом зависит от системы используемых показателей и способа вычисления оценок. Методы оценивания безопасности территорий условно можно отнести к реализации трех разных подходов (вероятностный, статистический, эвристический), каждый из которых применяется для конкретного класса задач:

Вероятностный подход позволяет рассчитать оценку риска возникновения ЧС с помощью математических моделей, связывающих предпосылки к возникновению ЧС с возможностью их проявления, рассматривает риск-факторы различного происхождения: природные, техногенные и природно-техногенные. Данный подход чаще всего используется для расчета индивидуальных, коллективных и социальных рисков при аварии на производственном объекте. Территориальный риск рассчитывают по обобщенной формуле

$$Риск = Вероятность \times Уязвимость \times Живучесть \times \times Защищенность \times Потери.$$

В соответствии с данной формулой риск представляется как кортеж значений соответствующих показателей. *Вероятность* оценивает возможность наступления чрезвычайной ситуации. *Уязвимость* характеризует чувствительность объекта или территории к воздействию определенного риск-фактора или группы риск-факторов. *Живучесть* характеризует способность технической, природной или социальной системы выполнять основные функции при наличии повреждений ее элементов. *Защищенность* характеризует обеспеченность системы ресурсами для противодействия внешним и внутренним риск-факторам, а также для локализации и ликвидации аварии. *Потери* характеризуют возможный ущерб.

В работе [24] данный метод применяется для анализа антропогенных рисков угледобывающих и нефтегазовых территорий. Формируются модели перманентной антропогенной нагрузки в процессе нефтегазодобычи; модель аварийного риска, с учетом

последствий для территории; определяется комплексная оценка экологической обстановки в виде обобщенного балльного показателя, рассчитанного на основе показателей выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязненных сточных вод, отчуждения земель, лесистости.

В работе [25] выполняется оценка рисков территориально-промышленных образований на примере. Рассчитываются значения индивидуальных, коллективных и комплексных рисков, на основе которых проводится ранжирование территорий по уровням риска.

Метод оценки рисков характеризуется повышенной трудоемкостью и требует большого числа исходных данных. В каждом конкретном случае оценка компонентов территориального риска представляет собой нетривиальную задачу. Кроме того, данные методы, как правило, ориентированы на конкретный производственный объект, и их применение к территории в целом не представляется возможным.

Статистический подход позволяет сформировать количественную оценку на основе анализа данных за определенный период наблюдения с помощью методов прикладной статистики. Для расчета рисков статистическим методом требуется достаточно большое количество данных наблюдения.

Достоинствами статистических методов являются объективность и возможность исследования динамики изменений наблюдаемых параметров и получения сводных показателей. К недостаткам можно отнести ограничение применимости в случае редко наблюдаемых событий.

Недостатки и ограничения вероятностного и статистического подходов в ряде случаев позволяют преодолеть ***эвристический подход***, основанный на применении методов экспертного оценивания в сочетании с теорией нечетких множеств. Для получения экспертной оценки используются различные методы: анкетирование, интервьюирование, мозговой штурм, дискуссия и др.

Анкетирование представляет собой опрос экспертов в письменной форме с помощью анкет, в которой содержатся вопросы, позволяющие выяснить существо и аргументацию ответов. *Интервьюирование* – это устный опрос, проводимый в форме бесе-

ды-интервью. *Мозговой штурм* – групповое обсуждение с целью получения новых идей, вариантов решения проблем. *Дискуссия* применяется для обсуждения проблем, путей их решения, анализа факторов. Сама дискуссия проводится как открытое коллективное обсуждение проблемы, основной задачей которого является анализ всех факторов и последствий, выявление позиций участников.

В работе [26] для отбора контрольных показателей привлекается группа экспертов, которые определяют состав показателей, их свойства, параметры процессов и явлений и проводят анализ исходной информации. На основе экспертных оценок оценивается состояние и качество экологической обстановки региона и формируется информация для принятия решений. В работе [27] проводится расчет значений индивидуальных и комплексных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера для населения. Для формирования оценок используются результаты анализа риска, представленные в декларациях безопасности опасных производственных объектов на территории Кыргызстана и оценки экспертных центров. Такие методы относятся к группе качественных оценок и используются, когда формальные методы слишком сложны, а исходная база данных недостаточна для получения однозначного аналитического решения. Кроме того, данные методы не исключают ошибок субъективного характера.

Применимость рассмотренных подходов определяется типом задачи оценивания риска, используемыми технологиями сбора и хранения исходных данных, практическим приложением конечных результатов.

Результаты анализа проблем управления территориальной безопасностью, достоинства и недостатки существующих подходов и методов показали, что сложность комплексного оценивания природно-техногенной безопасности территории определяется необходимостью анализировать множество различных факторов риска возникновения ЧС с учетом их взаимного влияния и временного развития, необходимостью формирования количественного выражения уровня безопасности с возможностью интерпре-

тации, необходимостью аналитического обобщения показателей с учетом особенностей территории.

Таким образом, развитие методических средств комплексного оценивания природно-техногенной безопасности территории необходимо для повышения эффективности управления территориальной безопасностью и раннего предупреждения ЧС природного и техногенного характера. Методические средства комплексного оценивания природно-техногенной безопасности территории должны решать следующие задачи:

- поддержка оперативного контроля состояния объектов техносферы и окружающей среды с возможностью многомерного анализа контролируемых параметров и оценивания факторов риска с использованием аналитических индикаторов;
- поддержка стратегического управления на основе аналитического обобщения показателей природной и техногенной безопасности с возможностью формирования управляющих воздействий, направленных на снижение рисков для населения и достижение приемлемого уровня безопасности, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе;
- формирование количественной интегрированной оценки факторов риска по каждой обстановке и по территории в целом с возможностью качественной интерпретации;
- оценивание факторов риска с учетом территориально-ориентированных нормативов.

8.3. Комплексный подход к вопросам обеспечения безопасности населения Кыргызской Республики

В последние годы в Кыргызстане начали проявляться основные показатели регресса, связанные с изменением климата. Вследствие этого происходит рост необеспеченности водой, разрушение экосистемы и повышается угроза здоровью населения. Под угрозу попадает нормальное функционирование производственных объектов, развитие сельского хозяйства, значительно

снижается биоразнообразие. Особую тревогу вызывают отчеты специалистов по состоянию ледников, расположенных на территории Кыргызской Республики. По их выводам, в связи с ежегодным увеличением темпов таяния, ледники в количестве 8208 шт. с общей площадью оледенения 8076,9 кв. км, и объеме до 495 куб. км к 2100 году исчезнут. Неразрывно с климатическими изменениями связаны природно-климатические условия Кыргызской Республики, которые создают постоянную угрозу в виде опасных природных процессов и явлений. Наибольшую угрозу человеческим жизням, объектам жизнеобеспечения, населенным пунктам представляют землетрясения, оползни, сели и паводки, а также снежные лавины, прорывоопасные высокогорные озера, подтопления грунтовыми водами. Ежегодно в Кыргызстане происходит порядка 200 чрезвычайных ситуаций природного характера, и более 1000 семей отселяются из опасных зон [15, 18].

Еще одним фактором опасности экологической ситуации является то, что на территории Кыргызстана находится 92 объекта, в которых размещено свыше 250 млн кубических тонн токсичных и радиоактивных отходов, возможность разрушения которых представляет угрозу окружающей среде не только для Кыргызстана, но и для Казахстана, Узбекистана и Таджикистана. В возможную зону риска попадают приграничные территории этих стран с общим количеством проживания около 5 млн человек.

Одной из угроз экологии являются бытовые отходы. Следует отметить, что уборка твердых бытовых отходов в крупных городах (Бишкек и Ош) не отвечает санитарным и экологическим требованиям, нет технологии их промышленной утилизации. Так, на Бишкекском свалочном полигоне (проектная мощность 3,3 млн куб. м) в настоящее время складировано 24 млн куб. м отходов, что создает риск загрязнения подземных вод, питающих город Бишкек.

По мнению специалистов [12–15, 18, 29], уровень загрязнения окружающей среды в Кыргызстане приближается к уровню, за которыми будет снижаться потенциал продуцирования биомассы. Особенности территории КР предопределяют ее природную нестабильность и повышенную уязвимость к антропогенному воздействию. В результате хозяйственной деятельности насе-

ления и влияния природных факторов происходит разрушение значительной части почвенного покрова.

Из существующих в Кыргызстане 10,6 млн га сельхозугодий, более 88 % признано деградированными и подверженными процессам опустынивания. Площади вторичного засоления почв составляют до 75 % всего пахотного фонда, а более половины пашни подвержено процессам водной и ветровой эрозии. Учитывая то, что 84 % крестьянских хозяйств страны располагают площадью пашни менее 1 гектара, на них проблематична организация противоэрозийных работ. В результате площади земель сельскохозяйственного назначения за последние 15 лет сократились на 50 %, что в комплексе с изменениями климата снижает возможность обеспечения продовольственной безопасности.

Все вышеназванные факторы приводят к снижению качества среды обитания человека и создают угрозы здоровью и безопасному развитию населения Кыргызстана. Уменьшение природоемкости всех видов деятельности является угрозой социально-экономическому развитию КР. При этом в настоящее время затраты на охрану окружающей среды не превышают 0,03 % от ВВП.

Вместе с тем необходимо также отметить, что наряду с негативными сторонами состояния экологической безопасности Кыргызстана существуют и положительные факторы, направленные на обеспечение экологической устойчивости. Так, в последние годы наметилась тенденция увеличения площадей посадки деревьев, способствующих сохранению естественных экосистем, в том числе биоразнообразия, круговорота воды, стабилизации климатических процессов.

Кроме того, при поддержке международных организаций в Кыргызстане проводится работа в области экологического образования и просвещения для повышения понимания значимости экологической устойчивости у общественности.

В то же время в рамках подготовки к ЧС в течение последних пяти лет было проведено усиление потенциала МЧС КР путем создания двух мобильных инженерно-механизированных отрядов, оснащенных инженерной, автомобильной и специальной техникой, необходимой для проведения защитных мероприятий, а в 4-х крупных городах были созданы службы спасения. Ежегодно более

чем на 350 объектах проводятся работы защитного и предупредительного характера. На эти цели ежегодно выделяется порядка 20 млн долларов США. Однако этих средств недостаточно для закладки материального резерва на случай чрезвычайных ситуаций. По мнению специалистов, для качественного обеспечения безопасности Кыргызстана при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, необходимо финансирование в размере до 200 млн долларов США в год.

В рамках Концепции сотрудничества органов государственной власти между МЧС КР и МЧС РК достигнуто соглашение о взаимодействии в ходе возникновения чрезвычайных ситуаций.

В области метеорологии была создана система учета выбросов парниковых газов, позволяющая осуществление мониторинга содержания парниковых газов в атмосфере на территории КР, а также создана база для восстановления рыбных запасов в озере Иссык-Куль с учетом сохранения эндемичных видов ихтиофауны.

Следует отметить, что для руководства Кыргызстана основными приоритетами в вопросе укрепления экологической безопасности является повышение эффективности комплексной безопасности населения и территории от стихийных бедствий и катастроф, а также обеспечение безопасного содержания радиоактивных и токсичных захоронений.

Исходя из этих ситуаций определяется необходимость повышения эффективности решения вышеназванных вопросов за счет комплекса мер инициированных со стороны государства. В их числе:

Первое. Повышение мер защиты от возможности разрушения радиоактивных и токсичных захоронений. В этой связи необходимо создание специализированного Государственного органа по обращению с радиоактивными и химическими отходами. Следует отметить, что в новой структуре правительства этими вопросами занимается Государственное агентство по охране окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве КР. Кроме того, периодически проверку состояния экологической обстановки проводят специализированные технические комиссии. На региональном уровне задачи по соблюдению экологической безопасности выполняют руководители администраций. Для организации более качественной работы по предупреждению и ликвида-

ции чрезвычайных ситуаций необходимо объединить усилия вышеназванных органов под единое управление.

Второе. Для уменьшения риска стихийных бедствий и техногенных катастроф необходима реализация программ предупредительных и аварийно-восстановительных работ. Дополнительно, на уровне правительства необходимо создание системы комплексного мониторинга и прогнозирования природных опасностей на основе новейших технологий и дистанционных методов. При этом параллельно провести усиление и совершенствование государственных служб экстренной помощи (противопожарных, аварийно-спасательных и др.) что позволит привести в безопасное состояние законсервированные радиоактивные и токсичные захоронения.

Третье. Необходима активизация работы с международными организациями по поиску партнеров и привлечению грантовой помощи, а также меры совершенствования и развития единой сети Центра управления в кризисных ситуациях с использованием современных информационных технологий, повысить эффективность работы инспекций и контроля по надзору за промышленной безопасностью и горному надзору.

Четвертое. Необходимы разработка и осуществление программы по привлечению инвестиций для реализации проектов по реабилитации и строительству берегозащитных дамб на реках Кыргызской Республики вместе с созданием системы комплексного мониторинга и прогнозирования оползневых процессов, гидрологических и сейсмических движений земной коры. В настоящее время в связи с тем, что река Чу склонна к изменению своего русла, существует 29 наиболее подверженных размыванию участков по которым требуется неотлагательное принятие решения. Со стороны КР не проводятся укрепительные работы из-за недостатка денежных средств (на проведение укрепительных работ на 29 участках требуется свыше 7,5 млн долларов США).

Пятое. Укрепление технического потенциала противопожарной и аварийно-спасательной служб должно проходить в комплексе с совершенствованием экологической политики и нормативно-правовой базы по обеспечению экологической без-

опасности в соответствии с выполнением обязательств по международным экологическим конвенциям.

Шестое. Дополнительно необходима разработка национального плана действий по адаптации к условиям изменяющегося климата и создание системы анализа и учета выбросов парниковых газов.

Седьмое. Необходима разработка Стратегии по управлению твердыми бытовыми отходам.

По мнению специалистов, все вышеназванные меры позволят в определенной мере смягчить опасность технических катастроф, могущих возникнуть в результате грязевых селей, землетрясений, выброс ядовитых веществ из хвостохранилищ и т. п.

Глава 9. Основные мероприятия по обеспечению комплексной безопасности в чрезвычайных ситуациях природно-техногенного характера

9.1. Планирование защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Планирование защиты населения и территорий от ЧС во всех звеньях МЧС заключается в разработке ряда оперативных, мобилизационных, информативных и административных документов.

Под планированием понимается целенаправленный, организованный и непрерывный процесс выделения разных элементов и аспектов организации, определение их состояния и взаимодействия, прогнозирование их развития на определенный период в будущем, а также составление и программирование набора действий и ресурсов для достижения желаемых результатов.

Планирование связано, с одной стороны, с предотвращением ошибочных действий, а с другой – с уменьшением числа неиспользованных возможностей.

Таким образом, планирование находится во взаимосвязи с прогнозированием и реализацией планов, то есть они рассматриваются не отдельно, а как взаимозависимые части единого процесса управления риском.

Полный цикл планирования и управления риском включает:

1. Прогноз риска (последствий ЧС) путем формирования сценариев развития ситуации.
2. Формирование целей и критериев управления риском.
3. Стратегическое (долгосрочное) планирование превентивных мероприятий.
4. Тактическое (поточное) планирование альтернативных соответствующих действий на возникающие угрозы ЧС.
5. Стратегическое и оперативное управление в условиях ЧС.

В системе Гражданской защиты для разработки и использования на предприятиях, в учреждениях и организациях исполни-

тельной властью определены следующие документы по планированию мероприятий по вопросам ГЗ:

1. План основных мероприятий отрасли (региона, города, района) в сфере ГЗ на год.

2. План ГЗ отрасли (региона, города, района) на особый период.

3. План локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий.

4. Программа формирования страхового фонда документации на объекты систем жизнеобеспечения и транспортных связей.

5. Паспорт риска возникновения ЧС техногенного и природного характера.

6. Планы защиты персонала на объектах, которые попадают в зону ЧС от ПОО (паспортизация потенциально опасного объекта) или объектов повышенной опасности.

7. План действий органов управления и сил ГЗ при угрозе или возникновении ЧС различного характера (план реагирования на ЧС).

8. План развития и усовершенствования ГЗ.

Подготовка защитных мероприятий проводится заблаговременно на всей территории страны и в обязательном порядке. Объем и характер таких мероприятий определяется в каждом конкретном случае с учетом особенностей территории и самого ОЭ, а также вероятности воздействия на них те или иные поражающие факторы.

Комплексный план мероприятий защиты объектов и населения можно условно разделить на три группы:

Предупредительные мероприятия:

- предупреждение ЧС;
- планирование защиты персонала объектов экономики и населения от ЧС;
- обучение населения мерам защиты от ЧС;
- подготовка сил и средств для ликвидации последствий ЧС.

Защитные мероприятия:

- выявление и оценка обстановки в ЧС, в том числе путем радиационной, химической, инженерной и пожарной разведки;

- оповещение персонала объектов и населения об угрозе возникновения или возникновении ЧС;
- укрытие персонала ОЭ и населения в защитных сооружениях;
- эвакуация персонала ОЭ и населения;
- использование средств индивидуальной защиты;
- дозиметрический и химический контроль;
- медико-профилактические и лечебно-эвакуационные мероприятия;
- определение и соблюдение режимов радиационной и химической защиты персоналом ОЭ и населением;
- организация охраны общественного порядка в зоне ЧС и др.

Аварийно-восстановительные мероприятия:

- первоочередные работы в зоне ЧС по локализации отдельных очагов разрушений и повышенной опасности;
- устранению аварий и повреждений на сетях и линиях коммунальных и производственных коммуникаций;
- созданию минимально необходимых условий для жизнеобеспечения населения;
- работы по санитарной очистке и обеззараживанию территории.

9.2. Мероприятия по комплексной защите и жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях

Жизнеобеспечение населения в условиях ЧС должно обеспечивать создание условий для выживания пострадавшего в ЧС населения на основе удовлетворения его первоочередных потребностей по установленным нормам и нормативам ЧС в жизненно важных видах материальных средств и услуг [29–34, 37–39].

Поддержание условий жизнеобеспечения населения в ЧС обеспечивается путем удовлетворения первоочередных потребностей населения в жизненно важных видах материальных средств

и услуг (обеспечение водой, продуктами питания, жильем, предметами первой необходимости; информационным, медицинским и санитарно-эпидемиологическим, транспортным и коммунально-бытовым обслуживанием).

1. Обеспечение водой населения в ЧС должно предусматривать удовлетворение:

- потребностей в воде лечебно-медицинских мероприятий, санитарно-гигиенической обработки и профилактики населения;
- хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд пострадавшего населения и личного состава спасателей.

2. Обеспечение продуктами питания пострадавшего в ЧС населения должно предусматривать удовлетворение потребностей в зерне, муке, хлебобулочных и макаронных изделиях, мясе и мясопродуктах (консервах), молоке и детском питании, рыбе и рыбопродуктах (консервах), картофеле и овощах, соли, сахаре и чае, а также фураже для животноводства.

3. Обеспечение жильем пострадавшего в ЧС населения должно предусматривать развертывание и сооружение при необходимости в зоне ЧС временных жилищ (палаток, юрт, землянок, сборных или передвижных домов и т. п.), а также использование сохранившегося жилого фонда (жилых домов, домов отдыха, санаториев, пансионатов, военных городков, детских лагерей и т. п.) для размещения пострадавшего населения в местах его отселения и эвакуации.

4. Обеспечение предметами первой необходимости пострадавшего в ЧС населения должно предусматривать удовлетворение его потребностей в верхней одежде, обуви, головных уборах, постельных принадлежностях, и прочих товарах.

5. Информационное обеспечение населения в ЧС должно предусматривать своевременное оповещение его и органов управления всех уровней о возможности и факте возникновения бедствия, возможных его последствиях, правилах поведения в зоне ЧС.

6. Медицинское и санитарно-эпидемиологическое обеспечение населения в ЧС должно предусматривать оказание первой

помощи пострадавшему в зоне ЧС населению, обеспечение его простейшими медикаментами и медицинским имуществом.

7. Транспортное обеспечение населения, пострадавшего в ЧС, должно предусматривать проведение мероприятий по удовлетворению потребностей в транспортных средствах для решения задач эвакуации (перевозки) пострадавших из зоны ЧС в районы отселения.

8. Обеспечение коммунально-бытовыми услугами населения, пострадавшего в ЧС, должно предусматривать проведение мероприятий по удовлетворению его минимально необходимых нужд в тепле, освещении, санитарной очистке территории, банно-прачечном, ритуальном обслуживании.

Создание и поддержание условий для сохранения жизни и здоровья населения, пострадавшего в ЧС, обеспечивают на основе устойчивого функционирования системы его жизнеобеспечения с учетом необходимости снижения ее потребностей и повышения возможностей.

Повышение возможностей системы жизнеобеспечения населения в ЧС обеспечивается:

- формированием ресурсов (денежного и материально-вещевого фондов) путем государственного и целевого страхования, налогообложения и взимания квоты с ведомств, отраслей экономики, коммерческих структур и предприятий за риск возникновения ЧС, а также за счет государственных резервов, региональных и местных резервов республики;
- перераспределением ресурсов страны в пользу пострадавшего региона;
- ввозом дополнительных ресурсов из сопредельных регионов.

Таким образом, рассмотрев способы защиты и мероприятия, можно говорить о том, что весь комплекс, несомненно, направлен на сохранение жизней людей и предотвращения различных катастроф. Поэтому представляется целесообразным сосредоточить деятельность органов исполнительной власти, МЧС, органов местного самоуправления и организации на совершенствовании

нормативной правовой и методической базы, разработки и осуществления мероприятий инженерной, радиационной химической и медико-биологической защиты, обеспечения пожарной безопасности, сохранения жизни и здоровья людей на водных объектах, а также на формировании культуры безопасности жизнедеятельности населения и развитии системы информирования и оповещения населения.

9.3. Основные мероприятия в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Наблюдение и контроль. С целью своевременной защиты населения и территорий от ЧС техногенного и природного характера, предотвращения и реагирования на них соответствующими центральными и местными органами исполнительной власти осуществляются:

- создание и поддержание в постоянной готовности общегосударственной и территориальных систем наблюдения и контроля с включением в них существующих сил и средств контроля;
- организация сбора, обработки и передачи информации о состоянии окружающей среды, загрязнении пищевых продуктов, продовольственного сырья, фуража, воды радиоактивными, химическими веществами, микроорганизмами и другими биологическими агентами.

Организатором деятельности систем является МЧС. Специальные подразделения наблюдения и контроля осуществляют сбор данных о техногенно-экологической обстановке на подведомственной территории и объектах. Об угрожающих явлениях данные передаются немедленно в органы управления в МЧС и в постоянную Правительственную комиссию.

Оповещение и информирование. Оповещение – доведение сигналов и сообщений органов управления об угрозе и возникновении ЧС техногенного и природного характера, аварий, катастроф, эпидемий, пожаров и т. п. до центральных и местных орга-

нов исполнительной власти, предприятий, учреждений, организаций и населения.

Система оповещения представляет собой комплекс организационно-технических средств для передачи сигналов оповещения и распоряжений органам исполнительной власти, администрациям объектов, силам ГО и населению.

Эта система подразделяется на государственную, региональную, местную и объектовую. Для экстренного оповещения населения и персонала на радиационно и химически опасных объектах создаются локальные системы оповещения. Перечень таких объектов определяется МЧС. Система может обеспечить циркулярное оповещение должностных лиц с использованием городской телефонной сети, средств радиовещания и телевидения.

Система оповещения и информирования используется централизованно.

Информирование и оповещение в сфере защиты населения и территорий от ЧС техногенного и природного характера – основной принцип и главный и неотъемлемый элемент всей системы мероприятий такой защиты.

Информацию в сфере защиты населения и территорий от ЧС составляют сведения о ЧС техногенного и естественного характера, которые прогнозируются или возникли, с определением их классификации, границ распространения и последствий, а также способы и методы реагирования на них.

Информация в сфере защиты населения и территорий от ЧС техногенного и природного характера, деятельность центральных и местных органов исполнительной власти, исполнительных органов советов в этой сфере являются гласными и открытыми, если другое не предусмотрено законом.

Центральные и местные органы исполнительной власти, исполнительные органы советов обязаны предоставлять населению через средства массовой информации оперативную и достоверную информацию о состоянии защиты населения и территорий от ЧС техногенного и естественного характера, о возникновении ЧС техногенного и природного характера, методах и способы его защиты, проведении мероприятий по обеспечению безопасности.

Оповещение об угрозе возникновения ЧС техногенного и естественного характера и постоянное информирование населения о них обеспечиваются путем:

- заблаговременного создания и поддержки в постоянной готовности общегосударственной и территориальных автоматизированных систем централизованного оповещения населения;
- организационно-технического соединения территориальных систем централизованного оповещения и систем оповещения на объектах хозяйствования;
- заблаговременного создания и организационно-технического соединения с системами наблюдения и контроля постоянно действующих локальных систем оповещения и информирования населения в зонах возможного катастрофического затопления, районах размещения радиационных и химических предприятий, других объектов повышенной опасности;
- централизованного использования общегосударственных и отраслевых систем связи, радиопроводного, телевизионного оповещения, радиотрансляционных сетей и других технических средств передачи информации.

Укрытие людей в защитных сооружениях. Укрытию в защитных сооружениях, в случае необходимости, подлежит население соответственно его принадлежности к группам (работающая смена, население, которое проживает в опасных зонах).

Создание фонда защитных сооружений обеспечивается путем:

- комплексного освоения подземного пространства городов и населенных пунктов для взаимосогласованного размещения в нем сооружений и помещений социально-бытового, производственного и хозяйственного назначения с учетом необходимости приспособления и использования части помещений для укрытия населения в случае возникновения ЧС техногенного и естественного характера;
- обследования и взятия на учет подземных и наземных зданий и сооружений, которые отвечают требованиям защиты,

сооружений подземного пространства городов, горных вырубок и естественных пустот;
- дооборудования с учетом реальной обстановки подвальных и других углубленных помещений;
- строительства углубленных сооружений, расположенных в отдельности от объектов производственного назначения и приспособленных для защиты;
- массового строительства, в период угрозы возникновение ЧС техногенного и естественного характера, простейших убежищ и укрытий;
- строительства отдельных убежищ и противорадиационных укрытий.

Перечень таких убежищ, укрытий и других защитных сооружений, которые необходимо строить, ежегодно определяется специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти, к компетенции которого отнесен вопрос защиты населения и территорий от ЧС техногенного и естественного характера.

Имеющийся фонд защитных сооружений используется для хозяйственных, культурных и бытовых потребностей в порядке, который определяется специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти, к компетенции которого отнесен вопрос защиты население и территорий от ЧС техногенного и природного характера, и утверждается МЧС.

Инженерная защита. Во время проектирования и эксплуатации сооружений и других объектов хозяйствования, последствия деятельности которых могут вредно влиять на безопасность населения и окружающей среды, обязательно разрабатываются и осуществляются мероприятия инженерной защиты с целью предотвращения возникновения ЧС техногенного и природного характера.

Мероприятия инженерной защиты населения и территорий должны предусматривать:

- учет, во время разработки генеральных планов застройки населенных пунктов и ведения градостроительства, воз-

можных проявлений в отдельных регионах и на отдельных территориях опасных и катастрофических явлений;

- рациональное размещение объектов повышенной опасности с учетом возможных последствий их деятельности в случае возникновения аварий для безопасности населения и окружающей среды;
- сооружение домов, зданий, сооружений, инженерных сетей и транспортных коммуникаций с заданными уровнями безопасности и надежности;
- разработку и осуществление мероприятий безаварийного функционирования объектов повышенной опасности;
- создание комплексной схемы защиты населенных пунктов и объектов хозяйствования от опасных природных процессов;
- разработку и осуществление региональных и местных планов предотвращения и ликвидации последствий ЧС техногенного и естественного характера;
- организацию строительства противооползневых, противоселевых, противолавинных, противоэрозионных и других инженерных сооружений специального назначения;
- реализацию мероприятий санитарной охраны территории.

Радиационная и химическая защита включает мероприятия по выявлению и оценке радиационной и химической обстановки, организацию и осуществление дозиметрического и химического контроля, разработку типовых режимов радиационной защиты, обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты, организацию и проведение специальной обработки.

Выполнение требований радиационной и химической защиты обеспечивается путем:

- заблаговременного накопления и поддержания в готовности средств индивидуальной защиты и приборов дозиметрического и химического контроля, объем и места хранения которых определяются соответственно установленным зонам опасности, обеспечения указанными средствами, в первую очередь, личного состава формирований, которые принимают участие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения, а также

персонала радиационно и химически опасных объектов, который проживает в зонах опасного заражения и вокруг них;
- создания унифицированных средств защиты, приборов и комплектов дозиметрического и химического контроля;
- своевременного применения средств, способов и методов выявления и оценки масштабов и последствий аварий на радиационно и химически опасных объектах хозяйствования;
- предоставления населению возможностей приобретать в установленном порядке в личное пользование средств индивидуальной защиты и дозиметров;
- заблаговременного приспособления объектов бытового обслуживания и транспортных предприятий для проведения санитарной обработки людей и специальной обработки одежды, имущества и транспорта;
- разработки общих критериев, методов и методик наблюдений относительно оценки радиационной и химической обстановки;
- заблаговременного создания и использования средств коллективной защиты население от радиационной и химической опасности;
- приспособления имеющихся средств коллективной защиты от других видов угрозы для защиты от радиационной и химической опасности.

Биологическая защита. Защита от биологических средств поражения включает своевременное выявление факторов биологического заражения, в зависимости от их вида и степени поражения, проведение комплекса административно-хозяйственных, режимно-ограничительных и специальных противоэпидемических и медицинских мероприятий.

Биологическая защита предусматривает:

- своевременное использование коллективных и индивидуальных средств защиты;
- внедрение режимов карантина и обсервации;
- обеззараживание очага поражения;
- необходимое обеззараживание людей, животных и т. п.;

- своевременную локализацию зоны биологического поражения;
- проведение экстренной и специфической профилактики;
- соблюдение противоэпидемического режима предприятиями, учреждениями и организациями независимо от форм собственности и хозяйствования и населением.

Медицинская защита. Мероприятия по предотвращению или уменьшению степени поражения людей, своевременному предоставлению медпомощи пострадавшим и их лечение, обеспечение эпидемического благополучия в зонах ЧС техногенного и естественного характера должны предусматривать:

- планирование и использование существующих сил и средств учреждений здравоохранения независимо от форм собственности и хозяйствования;
- введение в действие Национального плана социально-психологических мероприятий при возникновении и ликвидации ЧС техногенного и природного характера; развертывание в условиях ЧС необходимого количества лечебных учреждений;
- заблаговременное применение профилактических медицинских препаратов и проведение санитарно-эпидемиологических мероприятий;
- контроль за качеством пищевых продуктов и продовольственного сырья, питьевой воды и источниками водоснабжения;
- контроль за состоянием атмосферного воздуха и осадков;
- заблаговременное создание и подготовку специальных медицинских формирований;
- накопление медицинских средств защиты, медицинского и специального имущества и техники;
- контроль за состоянием окружающей среды, санитарно-гигиенической и эпидемической ситуацией;
- подготовку медицинского персонала и общее медико-санитарное обучение населения.

Для предоставления безвозмездной медпомощи пострадавшим от ЧС техногенного и естественного характера гражданам,

спасателям и лицам, которые принимают участие в ликвидации ЧС, действует Государственная служба медицины катастроф как особый вид государственных аварийно-спасательных служб. Координацию деятельности Государственной службы медицины катастроф на случай возникновения ЧС осуществляют специальные комиссии общегосударственного (регионального, местного, объектового) уровня, которые создаются в соответствии с этим Законом. Организационно-методическое руководство Государственной службой медицины катастроф осуществляется центральным органом исполнительной власти по вопросам здравоохранения.

Эвакуационные мероприятия. В условиях неполного обеспечения защитными сооружениями в городах и других населенных пунктах, которые имеют объекты повышенной опасности, основным средством защиты населения является его эвакуация и размещение в зонах, которые являются безопасными для проживания людей и животных.

Эвакуации подлежит население, которое проживает в населенных пунктах, которые находятся в зонах возможного катастрофического затопления, возможного опасного радиоактивного загрязнения, химического поражения, в районах возникновения стихийного бедствия, аварий и катастроф (если возникает непосредственная угроза жизни и здоровью людей).

В зависимости от обстановки, которая сложилась на время ЧС техногенного и естественного характера, может быть проведена общая или частичная эвакуация населения временного или безвозвратного характера.

Общая эвакуация проводится по решению Кабинета Министров КР для всех категорий населения и планируется на случай:

- возможного опасного радиоактивного загрязнения территорий вокруг АЭС (если возникает непосредственная угроза жизни и здоровью людей, которые проживают в зоне поражения);
- возникновения угрозы катастрофического затопления местности с достижением ее прорывной волной в течение 4-х часов.

Во время проведения частичной эвакуации в первую очередь вывозится не занятое в сферах производства и обслуживания население: дети, ученики учебных заведений, воспитанники детских домов, вместе с преподавателями и воспитателями, студенты, пенсионеры и инвалиды, которые содержатся в домах для лиц преклонного возраста, вместе с обслуживающим персоналом и членами их семей.

В сфере защиты населения и территорий от ЧС техногенного и естественного характера эвакуация населения планируется на случай:

- аварии на АЭС с возможным загрязнением территории;
- всех видов аварий с выбросом СДЯВ;
- угрозы катастрофического затопления местности;
- лесных и торфяных пожаров, землетрясений, сдвигов, других геофизических и гидрометеорологических явлений с тяжелыми последствиями, которые угрожают населенным пунктам.

Проведение организованной эвакуации, предотвращение проявления паники и недопущение гибели людей обеспечивается путем:

- планирования эвакуации населения;
- определения зон, пригодных для размещения эвакуированных из потенциально опасных зон;
- организации оповещения руководителей предприятий и населения о начале эвакуации;
- организации управления эвакуацией;
- всестороннего жизнеобеспечения в местах безопасного расселения эвакуированного населения;
- обучения населения действиям во время проведения эвакуации.

Эвакуация населения проводится способом, который предусматривает вывоз основной части населения из зон ЧС техногенного и естественного характера всеми видами имеющегося транспорта, а в случае его отсутствия или недостаточности, а также в случае разрушения транспортных путей – организован-

ный вывод населения пешим ходом по заранее разработанным маршрутам.

9.4. Способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера

Подготовка населения к ЧС также является важной задачей. Ведь каждый человек должен уметь защитить себя и членов семьи от последствий нападения противника, а также в различных чрезвычайных ситуациях оказать помощь пострадавшим. Для этого ему необходимо еще в мирное время изучить и практически овладеть основными способами и средствами защиты от оружия массового поражения и обычных средств [30–34, 37, 39].

1. Что необходимо знать при угрозе паводка!

Паводок − это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере в период снеготаяния, ливней, ветровых нагонов воды, при заторах, зажорах и т. п. Факторы опасности наводнений и паводков: разрушение домов и зданий, мостов; размыв железнодорожных и автомобильных дорог; аварии на инженерных сетях; уничтожение посевов; жертвы среди населения и гибель животных. Вследствие наводнения, паводка начинается проседание домов и земли, возникают сдвиги и обвалы.

Действия в случае угрозы возникновение паводка:

- Внимательно слушайте информацию о чрезвычайной ситуации и инструкции о порядке действий, не пользуйтесь без необходимости телефоном, чтобы он был свободным для связи с вами.
- Сохраняйте спокойствие, предупредите соседей, окажите помощь инвалидам, детям и людям преклонного возраста.
- Подготовьте документы, одежду, наиболее необходимые вещи, запас продуктов питания на несколько дней, медикаменты. Сложите все в чемодан. Документы сохраняйте в водонепроницаемом пакете.

- Узнайте в местных органах государственной власти и местного самоуправления место сбора жителей для эвакуации и готовьтесь к ней.
- Разъедините все потребители электрического тока от электросети, выключите газ.
- Перенесите ценные вещи и продовольствие на верхние этажи или поднимите на верхние полки.
- Перегоните скот, который есть в вашем хозяйстве, на возвышенную местность.

Действия в зоне внезапного затопления во время паводка:

- Сохраняйте спокойствие, не паникуйте.
- Быстро соберите необходимые документы, ценности, лекарства, продукты и прочие необходимые вещи.
- Окажите помощь детям, инвалидам и людям преклонного возраста. Они подлежат эвакуации в первую очередь.
- По возможности немедленно оставьте зону затопления.
- Перед выходом из дома отключите электро- и газоснабжение, погасите огонь в печах. Закройте окна и двери, если есть время – закройте окна и двери первого этажа досками (щитами).
- Поднимитесь на верхние этажи. Если дом одноэтажный – займите чердачные помещения.
- Отворите хлев – дайте скоту возможность спасаться.
- До прибытия помощи оставайтесь на верхних этажах, крышах, деревьях или других возвышениях, сигнализируйте спасателям, чтобы они имели возможность быстро вас обнаружить.
- Проверьте, нет ли вблизи пострадавших, окажите им, по возможности, помощь.
- Оказавшись в воде, снимите с себя тяжёлую одежду и обувь, отыщите вблизи предметы, которыми можно воспользоваться до получения помощи.
- Не переполняйте спасательные средства (катера, лодки, плоты).

2. Что необходимо знать о селеопасном месте!

Селевым потоком (селем) называют стремительные русловые потоки, состоящие из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающие в бассейнах небольших горных рек.

Слово «сель» в переводе с арабского означает «бурный поток». Представьте себе яростно бурлящую волну высотой с пятиэтажный дом, которая мчится по ущелью со скоростью курьерского поезда, ломая вековые деревья и легко перекатывая многотонные валуны – катастрофический, все уничтожающий поток. Наиболее мощные сели возникают обычно в июне, когда под жаркими лучами солнца интенсивно тают ледники и миллионы тонн воды аккумулируются в моренах – гигантских скоплениях обломков горных пород, отложенных ледником. Если моренное озеро, расположенное на высоте 3000–3500 метров над уровнем моря, выходит из берегов, начинается своего рода цепная реакция: возникает грязекаменный поток, устремляющийся вниз, который непрерывно увеличивается в объеме и наращивает силу.

Причины, вызывающие сели:

- ливневые дожди;
- интенсивное таяние снега и ледников;
- прорыв водоемов;
- сход оползня;
- землетрясение.

Каждый человек проживающий в селеопасном районе, должен знать:

- находится ли его дом в зоне возможного действия селя;
- необходимо избегать строительства жилых домов в зоне возможного действия селя;
- следует заранее спланировать несколько возможных маршрутов эвакуации на возвышенные участки местности;
- надо знать, где разместить семью, что необходимо взять с собой при эвакуации;
- не устраивайте временные стоянки в руслах селевых рек;
- необходимо ознакомиться с системой оповещения и предупреждения.

В селеопасный период надо знать:

- при появлении признаков селевой угрозы (грохот, помутнение воды) немедленно поднимайтесь вверх по разработанному маршруту;
- маршрут не должен проходить по дну русел;
- следует оставаться в безопасном месте до тех пор, пока вода не спадет или не будет передано официальное сообщение, что опасность миновала;
- взять с собой продукты питания и ценные вещи.

После прохождения селевого потока:

- недопустимо спускаться в селевое русло после прохождения одного вала, за ним может последовать следующий;
- после того как сель прошел, необходимо остерегаться оборванных и провисших проводов и немедленно сообщать о таких повреждениях, а также о разрушении канализационных или водопроводных магистралей в соответствующие службы;
- нельзя употреблять в пищу продукты, которые находились в контакте с водными потоками;
- необходимо перед употреблением проверить всю питьевую воду;
- прежде чем войти в жилые дома, здания надо осмотреть конструктивные повреждения и убедиться, что нет опасности разрушения;
- войдя в здание, жилой дом нельзя пользоваться спичками или светильниками в качестве источника света, так как возможно присутствие газа;
- не пользоваться электроэнергией, пока не будет проверена электрическая сеть;
- надо открыть все двери и окна для просушки дома, здания, убрать мусор и дать возможность полам и стенам высохнуть.

3. Что необходимо знать в лавиноопасный период!

Лавина – это снежная масса, соскользнувшая с горного склона и движущаяся под действием силы тяжести. Она увлекает на своем пути все новые массы снега.

В лавиноопасный период необходимо знать:

- перед выездом получи информацию о погоде, состоянии автодорог, об угрозе схода снежной лавины через средства массовой информации или оперативного дежурного МЧС;
- строго соблюдай при движении в горной местности или в лавиноопасных участках автодорог установленный дорожной службой интервал движения между автомобилями 500 м;
- строго обращайте внимание на предупредительные знаки, устанавливаемые в местах возможного схода снежных лавин и обвалов, при необходимости проезжайте их рано утром;
- строго выполняйте указания дорожных служб, предупредительных знаков: «Ограничение проезда», «Закрытие автодорог», предупреждения через средства массовой информации МЧС и Дорожно-постовых служб.

Помните! Продолжительность опасного периода схода лавин – с октября по апрель месяц, максимум лавинной опасности приходится на февраль-март месяцы.

Правила поведения в лавинах:

- Если лавина срывается достаточно высоко, проезжайте быстро и предупредите встречные автомашины, если пешком – то ускоренным шагом или бегом уйдите с пути лавины в безопасное место или укройтесь за выступом скалы, в выемке (нельзя прятаться за молодыми деревьями).
- Если от лавины невозможно уйти, освободитесь от вещей, примите горизонтальное положение, поджав колени к животу и сориентировав тело по направлению движения лавины.
- Закройте нос и рот рукавицей, шарфом, воротником, двигаясь в лавине плавательными движениями рук, старайтесь держаться на поверхности лавины, перемещаясь к краю, где скорость ниже.
- При остановке лавины, попробуйте создать пространство около лица и груди, оно поможет дышать.

- Если представится возможность, двигайтесь в сторону верха (верх можно определить с помощью слюны, дав ей вытечь изо рта).
- Оказавшись в лавине, не кричите, снег поглощает звуки, а крики и бессмысленные движения только лишают вас сил, кислорода и тепла.
- Не теряйте самообладания, не давайте себе уснуть, помните, что вас ищут.

4. Как действовать после схода лавины?

- От обрушившейся на вас тяжелой снежной лавины вы теряете сознание. Когда постепенно вы пришли в сознание, нужно постараться освободить одну из рук и приложить ее к носу, чтобы было небольшое пространство для дыхания.
- Затем постараться приблизить к лицу и вторую руку, чтобы была возможность отгребать от органов дыхания снег.
- Чтобы определить, где верх, а где низ, нужно плюнуть. Если слюна упала перед вами, значит вы лежите вниз головой по отношению к поверхности земли. Если слюна осталась на губах – вы лежите вверх головой. Аналогично проверяется состояние по плевкам в стороны.
- Когда определите свое положение, надо постараться вытянуть вверх руку. Если ваша рука не вылезла наружу, нужно постараться сделать сквозной прокоп, чтобы через него поступал воздух.
- Если вы оказались в завале вниз головой, нужно постараться раскопать вокруг себя пространство, чтобы суметь перевернуться.
- Нужно дышать неглубоко, не паниковать, не делать быстрых и резких движений, так как при этом ритм сердца учащается и легким нужно больше воздуха.
- Если удалось прокопать сквозной проход, а до конца наружу выбраться не смогли, нужно кричать, чтобы криками привлечь внимание спасателей во время проведения поисково-спасательных работ. Вас обязательно найдут.
- Если вы оказались вне зоны схода лавины, сообщите любыми способами о населенного пункта и приступайте к поиску и спасению пострадавших.

5. Что необходимо знать при обморожении!

В отапливаемом помещении согрейте обмороженную часть тела, растерев сухой мягкой тканью, затем поместите ее в теплую воду и постепенно доведите температуру воды до 40–45 ºС. Если боль проходит и чувствительность восстанавливается, то вытрите руку (ногу) насухо, наденьте носки (перчатки) и, по возможности, обратитесь в участковую больницу.

6. Что необходимо знать при землетрясении!

Землетрясения – одно из самых страшных и разрушительных явлений природы. Сила (интенсивность) землетрясений оценивается в баллах по 12-балльной шкале. В зависимости от проявления на поверхности Земли землетрясения могут быть описаны следующим образом:

1–3 балла – слабые;
4–5 баллов – ощутимые;
6–7 баллов – сильные;
8–10 баллов – разрушительные;
11–12 – катастрофические.

Во время возникновения землетрясения человек испытывает неприятные ощущения, порой панический страх, которые приводят к неразумному и небезопасному для жизни многих людей поведению.

Очень важно, чтобы люди, проживающие или временно находящиеся в сейсмоактивных районах, умели применять простые меры предосторожности и знали, что делать в случае землетрясения. Помните, что гораздо легче преодолевают свой страх те люди, которые твердо знают, как вести себя до, во время и после землетрясения.

Защитные меры населения в случае угрозы землетрясения:

1. Заранее наметьте наиболее безопасный путь выхода из помещения в случае землетрясения. Помните, что оно может произойти ночью, а двери и коридоры будут забиты людьми, и это может помешать быстрому выходу из помещения. Эвакуация может идти также через окна первого этажа.

2. Заранее определите наиболее безопасные места в доме, квартире – внутренние углы у капитальных стен, проемы внутренних дверей, столы, кровати, станки.

Учтите, наиболее опасными местами в зданиях во время землетрясения являются большие застекленные проемы наружных и внутренних стен, угловые комнаты, особенно последних этажей, лифты и лестничные площадки.

3. Научите детей и других членов семьи занимать безопасное место.

4. Обучайтесь сами и научите всех взрослых членов семьи отключать электричество, газ и водоснабжение в квартире, подъезде, доме.

5. Обдумайте, как обеспечить безопасность детей, стариков и инвалидов.

6. Прочно прикрепите шкафы, этажерки, стеллажи, полки к стенам. Мебель разместите так, чтобы она не могла упасть на спальные места, перекрыть выходы из комнат, загородить двери.

7. Прочно закрепите или переместите вниз тяжелые вещи, лежащие на полках, мебели, шкафах. Проследите, чтобы ваша кровать располагалась подальше от больших окон, зеркал и тяжелых предметов, которые могут упасть.

8. Не устраивайте полки над спальными местами, входными дверями, раковинами, унитазами.

9. Не загромождайте вещами вход в квартиру, коридоры и лестничные площадки.

10. Проверьте состояние вашего дома, определите, какие требуются меры по его укреплению.

11. Емкости, содержащие легковоспламеняющиеся и едкие жидкости, должны быть закупорены и храниться так, чтобы они не могли упасть и разбиться при колебаниях здания.

12. Обучайтесь оказывать первую медицинскую помощь, прежде всего при травмах. Имейте в доме аптечку первой медицинской помощи с запасом медикаментов.

13. Имейте в виду возможность использования вашего гаража или дачного домика, подвала во дворе как убежища, где можно будет переждать стихию и где необходимо хранить запас продовольствия и вещи.

14. В сельских населенных пунктах оцените, не находится ли ваше жилье или место работы в зоне затопления или вблизи крутых, оползневых склонов, а также в зонах формирования селей. Если так, запланируйте вместе с членами вашей семьи, соседями порядок эвакуации. Помните, что сильные землетрясения могут вызвать такие опасные явления, как оползни, обвалы, камнепады, трещины в грунтах, просадку поверхности, разжижение грунта.

Во время сильного землетрясения

Когда происходит землетрясение, почва будет ощутимо колебаться относительно недолгое время – несколько секунд, при сильном землетрясении – 1–2 минуты. Эти колебания неприятны, могут вызвать испуг. Но у вас нет другого выбора, кроме как ждать их окончания. Не поддавайтесь панике. Если вы будете действовать спокойно и сознательно, у вас больше шансов остаться невредимым. Более того, другие люди будут брать с вас пример и только выиграют от этого.

В помещении:

1. Если вы почувствовали сотрясение почвы или здания, реагируйте немедленно, помня, что наибольшая опасность исходит от падающих предметов.

2. Если вы находитесь на первом этаже многоэтажного здания, в личном доме – из сырцового, жжёного, глинобитного, кирпича и можете быстро покинуть помещение в течение первых 15–20 сек, то сделайте это. Выбежав из помещения, отойдите от него на открытое место, подальше от линии электропередач, газовых труб, от высоких зданий, мостов.

3. Если вы остались в помещении, немедленно займите заранее выбранное безопасное место. Если есть опасность падения кусков штукатурки, светильников, стекол, то прячьтесь под стол или кровать. Школьникам можно укрыться под партами, отвернуться от окон и закрыть лицо и голову руками.

4. Если вы находитесь в помещении выше первого этажа многоэтажного дома, не бросайтесь к лифту и лестницам, потому что они часто обрушаются во время землетрясения. В таких случаях распахните дверь и встаньте в проеме. Не пугайтесь, если дверь заклинит – это бывает из-за перекоса здания.

5. В любом здании держитесь дальше от окон, ближе к внутренним, капитальным стенам здания. Остерегайтесь стеклянных перегородок.

6. Не прыгайте в окно, находясь выше первого этажа. Помните, это может привести к травме даже при полной сохранности здания.

7. Не прыгайте в застекленные окна. При явной необходимости выбейте стекло табуреткой, в крайнем случае – спиной.

8. Находясь в местах скопления людей (магазин, кинотеатры, школы, институты, вокзалы) не поддавайтесь общей панике, держитесь ближе к капитальным стенам, подальше от висячих предметов – люстр, вентиляторов, рекламных щитов.

9. Заставьте в себе хранить спокойствие, не делайте ничего, что может дезорганизовать окружающих.

10. В сельской местности землетрясение может спровоцировать селевые потоки, оползни, обвалы, камнепады. Поэтому старайтесь занять наиболее возвышенное место, подальше от зон затопления, крутых и отвесных склонов.

11. Нельзя находиться вблизи скотного двора – вы можете быть задавлены испуганными животными.

На улице:

1. Находясь на тротуаре вблизи высокого здания, отойдите на открытое место, чтобы избежать падающих обломков, и подальше от линии электропередачи. Остерегайтесь оборванных проводов.

2. Не бегайте вдоль здания, не входите в здания: реальную опасность для жизни представляют падающие обломки.

3. Находясь в движущемся автомобиле, плавно остановитесь подальше от высоких зданий, линий электропередач, мостов, бензозаправочных станций, крутого склона.

После землетрясения

Когда сотрясения почвы прекратятся, вы возможно обнаружите существенные разрушения и пострадавших. При этом особенно важно, сохраняя спокойствие, немедленно начать помогать пострадавшим и раненым.

1. Окажите первую медицинскую помощь пострадавшим. Укройте раненых одеялами, чтобы не допустить охлаждения. Направьте к пострадавшим врача.

2. Обеспечьте безопасность детей, больных, стариков. Старайтесь поддерживать и ободрять тех, кто психологически травмирован происходящим.

3. Освободите попавших под завалы, Будьте осторожны. Если требуется дополнительная – медицинская или другая помощь, то дождитесь её.

4. Если обнаружили очаги пожаров, то постарайтесь принять меры по их тушению.

5. Проверьте, нет ли повреждений электропроводки. Устраните неисправность или отключите электричество.

6. Проверьте, нет ли повреждений водопроводных сетей. Если возможно, устраните неисправность или отключите водоснабжение.

7. Перекройте газовые вентили, если есть опасность утечки. При этом определяйте утечки газа по запаху, никогда не пользуйтесь для этого спичками или свечой.

8. Прежде чем пользоваться канализацией, убедитесь в ее исправности в пределах здания, подвала.

9. Ликвидируйте пролитые опасные жидкости (бензин, химикаты и др.) и предупреждайте о них других.

10. Не подходите к явно поврежденным зданиям, не входите в них. Не заходите в районы разрушений, если там не требуется ваша помощь.

11. При осмотре подвалов, чуланов, осторожно открывайте дверь, чтобы на вас не упали тяжелые предметы, балки, штукатурка.

12. Не занимайте телефон без крайних нужд, кроме как для вызова помощи, сообщений о серьезных происшествиях, ранениях или преступлениях. Помните, перегрузка телефонных линий снижает эффективность работы аварийных служб.

13. Не выдумывайте и не передавайте никаких догадок и слухов о возможных следующих толчках. Пользуйтесь официальными сведениями.

14. Если вы оказались в завале, то спокойно оцените обстановку. Окажите себе первую помощь, если необходимо, остановите кровотечение, наложите повязку.

15. Окажите помощь тем, кто рядом с вами, помогите им успокоиться. Постарайтесь установить связь с людьми, находя-

щимися вне завала. Экономьте силы. Помните, помощь придет, главное дождаться её.

16. Помните, что опасность повторных толчков сохраняется. Повторные толчки могут возникнуть через несколько минут, часов или даже дней после основных толчков.

7. Что необходимо знать при угрозе наводнения?

Наводнение – это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море в период снеготаяния, ливней, ветровых нагонов воды, при заторах, зажорах и т. п.

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

При угрозе наводнения:

- постоянно слушать информацию об обстановке и порядке действий;
- продовольствие, ценные вещи, одежду, обувь перенести на верхние этажи из опасных районов эвакуировать население;
- спасти людей, где бы они ни оказались, используя для этого любые средства;
- в первую очередь из зоны затопления вывезти детей;
- оказать срочную помощь людям, оказавшимся в воде.

Если вы в доме:

- сохраняйте спокойствие;
- предупредите соседей и помогите детям, старикам, инвалидам;

- слушайте радио, чтобы получать известия о развитии бедствия;
- никуда не звоните, чтобы не перегружать телефонные линии;
- покиньте дом, как только получите распоряжение об эвакуации от спасательных служб;
- для эвакуации пользуйтесь маршрутом, назначенным спасательными службами. Не пытайтесь «срезать путь» – вы можете попасть в опасное место и оказаться в ловушке;
- обезопасьте домашних животных, обеспечьте их водой и питанием;
- берите с собой только предметы первой необходимости (аптечку первой помощи, документы, медикаменты).

Если вы в машине:

- избегайте езды по залитой дороге – вас может снести течением;
- если вы оказались в зоне затопления, а машина сломалась, покиньте ее и вызовите помощь.

Действия после ЧС

- достаньте аптечку первой помощи, помогите раненым;
- слушайте радио и следуйте инструкциям спасательных служб;
- соблюдайте осторожность, вернувшись в дом. Проверьте, надежны ли его конструкции (стены, полы);
- обнаружив в доме и вокруг него лужу стоячей воды, немедленно залейте ее 2 литрами отбеливателя;
- не отводите всю воду сразу (это может повредить фундамент) – каждый день отводите только около трети общего объема воды;
- не живите в доме, где осталась стоячая вода;
- опасайтесь электрического удара – если слой воды на полу толще 5 см, носите резиновые сапоги;
- убедитесь в том, что электрические кабели не контачат с водой. В затопленных местах немедленно отключайте электропитание на распределительных щитах, если вы этого еще на сделали;

- если пол у электрощита влажный, накройте его сухой доской и стойте на ней. Чтобы отключить электричество, воспользуйтесь сухой палкой;
- если вы подозреваете, что питьевая вода в колодце или колонке загрязнена, используйте воду, заранее запасенную в бутылках, или же кипятите ее в течение 5 минут. Также можно добавить 2 капли отбеливателя на 1 литр загрязненной воды и после этого отстаивать воду в течение 30 минут;
- вымойте или обеззаразьте загрязненную посуду и столовые приборы, используя для этого кипяток или отбеливатель;
- не поднимайте температуру воздуха в доме выше 4 градусов Цельсия прежде, чем не будет отведена вся стоячая вода;
- очистите дом от всех обломков и пропитанных водой предметов;
- уберите оставшиеся ил и грязь, выбросите загрязненные постельные принадлежности, одежду, мебель и другие предметы;
- протрите все поверхности в доме отбеливателем. При этом обеспечьте хорошую вентиляцию, чтобы очистить воздух от токсичных испарений.

8. Что делать при оползне!

Оползень – смещение вниз по склону массы рыхлой горной породы под влиянием силы тяжести, особенно при насыщении рыхлого материала водой.

Оползни – обычное явление в тех местностях, где активно проявляются процессы эрозии склонов. Они происходят в том случае, когда массы породы, слагающие склоны гор, теряют опору в результате нарушения равновесия пород. Крупные оползни возникают чаще всего в результате сочетания нескольких таких факторов: например, на склонах гор, сложенных чередующимися водоупорными (глинистыми) и водоносными породами (песчано-гравийными или трещиноватыми известняками), особенно если эти пласты наклонены в одну сторону или пересечены трещинами, направленными по склону. Почти такую же опасность возникновения оползней таят в себе создаваемые человеком отвалы пород вблизи шахт и карьеров. Разрушительные оползни, дви-

жущиеся в виде беспорядочной груды обломков, называют камнепадами; если блок перемещается по некоторой ранее существовавшей поверхности как единое целое, то оползень считается обвалом; оползень в лёссовых породах, поры которых заполнены воздухом, приобретает форму потока (оползень течения).

Причины, вызывающие оползни:

- землетрясения;
- изменение напряженного состояния глинистых пород;
- подземные воды;
- поверхностные воды;
- выветривание;
- некоторые виды деятельности человека;
- утечка водопроводных и канализационных вод.

Признаки угрозы оползня:

- двери и окна в доме перестают свободно открываться и закрываться;
- в доме на стенах и на фундаменте отмечается возникновение трещин;
- на поверхности земли, на тротуарах и дорогах появляются и расширяются трещины;
- наблюдается вспучивание земли под основанием склонов гор;
- отмечается появление новых выходов подземных, грунтовых вод, заборы и деревья начинают сдвигаться от своего первоначального положения;
- отчетливо прослушивается шум и нарастание подземного грохота.

Меры по защите от оползней

Если вероятность возникновения оползней велика, то осуществляются специальные мероприятия по защите от оползней. Они включают укрепление оползневых склонов берегов морей, рек и озер подпорными и волноотбойными стенками, набережными. Сползающие грунты укрепляют сваями, расположенными в шахматном порядке, проводят искусственное замораживание грунтов, высаживают растительность на склонах. Для стабилиза-

ции оползней в мокрых глинах проводят их предварительное осушение методами электроосмоса либо нагнетанием горячего воздуха в скважины.

Крупные оползни можно предотвратить дренажными сооружениями, перекрывающими путь поверхностным и подземным водам к оползневому материалу. Поверхностные воды отводятся канавами, подземные – штольнями или горизонтальными скважинами. Несмотря на дороговизну этих мероприятий, их осуществление дешевле, чем ликвидация последствий произошедшей катастрофы.

9. Что необходимо знать про ливневые дожди?

Ливневые дожди являются причиной наиболее распространённого типа бедствий – наводнений и поэтому приносят основной экономический ущерб.

Кроме того, это причина снижения урожайности на полях и стимулятор всех склоновых процессов (оползни, сели, обвалы, разжижение грунта). Ливневые дожди имеют две региональные привязки.

Во-первых, они связаны с так называемыми фронтальными дождями, расположенными вдоль линии атмосферного фронта, и часто сопровождаются шквалами.

Во-вторых, это циклонические дожди. В случае тропических циклонов наиболее часто они вызывают наводнения. Многие явления, сопровождающие ураган, не менее страшны, чем он сам. Нередко они даже превосходят его по своей разрушительной силе. Часто ливни, сопровождающие ураган, гораздо опаснее самого ураганного ветра. Достаточно опасны и разрушительны и ураганные шквалы, град и электрические силы (грозы), но и они занимают последующие места по своей разрушительной силе или по масштабам действия этой силы.

Гидрометеорологические явления, сопровождающие ураганы и бури, считаются стихийными (особо опасными), если по своей интенсивности достигают следующих критериев:

- скорость ветра (в том числе шквалов) – 25 м/с и более; для побережий акваторий океанов, арктических и дальневос-

точных морей – 30 м/с и более; на акватории неарктических морей – 25 м/с и более;

- сильный дождь – количество осадков 50 мм и более в течение 12 ч и менее, а в горных, селевых и ливневых районах – 30 мм и более в течение 12 ч;
- продолжительный дождь – жидкие атмосферные осадки, выпадающие непрерывно или почти непрерывно в течение нескольких суток, могущие вызвать паводки, затопление и подтопление (ГОСТ Р 22. 0. 03-95);
- крупный град – диаметр градин 20 мм и более;
- сильный снегопад – количество осадков 20 мм и более за 12 час и менее;
- сильные метели в течение дня или ночи, преобладающая скорость ветра 15 м/с и более, а для побережий арктических и дальневосточных морей – 25 м/с и более;
- сильные пыльные (песчаные) бури – преобладающая скорость ветра 15 м/с и более.

10. Что необходимо знать при пожаре!

Пожар – это огонь, вышедший из-под контроля человека. Пожар начинается тогда, когда температура возгорания материала окажется ниже температуры источника тепла. Среди наиболее частых причин возникновения пожара можно отметить следующие: невнимательность человека, дефекты электрических установок или нагревательных приборов, самовозгорание, молнии, большое число электроприборов, работающих от одной розетки и т. д.

Если пожар случился

Необходимо быстро реагировать, используя все доступные способы для тушения огня (песок, вода, покрывала, одежда, огнетушители и т. д.). Любой огонь, который нельзя полностью обуздать в кратчайшее время, требует работы пожарных. Звонить в пожарную охрану надо сразу же, а не тогда, когда будет уже поздно. Вызов должен содержать четкую информацию о месте пожара, его причине и вероятной угрозе для людей. Надо назвать свое имя и дать свой номер телефона для получения дальнейших уточнений.

Следует помнить, что дети, испугавшись пожара, могут прятаться в самых укромных местах, например под кроватью, и почти всегда не отзываются на незнакомые голоса.

В задымленных помещениях опасно оставаться из-за присутствия газа и токсичных дымов: достаточно нескольких глотков дыма, и человек теряет сознание.

Во избежание вредного воздействия газа очень важна быстрая эвакуация. Если потушить пламя невозможно, после спасения людей следует убрать баллоны с газом, автомобили, возможные архивы, все легковоспламеняющиеся материалы и ценности. В ожидании прибытия пожарных человек, который не растерялся в данной ситуации, должен координировать перемещения всех пострадавших, охранять любыми средствами подходы к пожару для предотвращения его распространения, обливая водой или покрывая мокрым полотном наиболее опасные с точки зрения возгорания места. Он должен держать ситуацию под контролем, чтобы не создавать паники.

Во время пожара необходимо постоянно использовать воду для тушения, закрыть двери и окна, так как потоки воздуха питают огонь, закрыть газ, отключить электроэнергию.

В рабочих помещениях нужно остановить работающие машины и механизмы, охладить водой легковоспламеняющиеся материалы.

Открывая горящие помещения, надо быть максимально внимательным, так как новое поступление кислорода может усилить пламя. Для этих целей лучше использовать палку, чтобы действовать на расстоянии и по возможности из укрытия. Если есть дым, то идти надо пригнувшись, закрывая лицо, а если необходимо – покрыв голову влажным полотном, обильно смочив водой одежду.

Необходимо помнить следующие правила:

- если есть возможность затушить пламя, лучше двигаться против огня, стараясь ограничить его распространение и «толкая» огонь к выходу или туда, где нет горючих материалов;
- всегда страхуйтесь веревкой, когда надо идти вдоль коридоров, на крыши, в подвалы и другие опасные места, так как в сильном дыму трудно отыскать обратную дорогу;

- наиболее эффективное тушение пламени осуществляется с высоты на уровне огня;
- если на человеке загорелась одежда, не позволяйте ему бежать; повалите его на землю, закутайте в покрывало и обильно полейте. Ни в коем случае не раздевайте обожженного, если одежда уже прогорела, накройте пострадавшие части тела стерильной ватой;
- тушите пожар гидрантом или водой, учитывая возможные разрушения предметов или несущих опор здания. Важно не количество используемой воды, а правильное ее применение;
- потушив источник загорания, необходимо проверить существование других возможных очагов, которые могут перечеркнуть все предыдущие усилия. Проверки надо проводить несколько раз в течение суток, особенно обратив внимание на погреба, мансарды и другие малопосещаемые помещения.

Во время пожара часто существует опасность для жизни людей: возможные взрывы, недостаточная видимость из-за дыма, работа на высоте, незнание обстановки, вышедшее из нормального режима работы электрическое оборудование – все это требует максимального внимания.

Эвакуация.

В первую очередь необходимо установить, как и в каком порядке должна происходить эвакуация людей и имущества, и место, предназначенное для сбора вещей. Разумеется, главной целью является спасение человеческой жизни и все остальное должно строиться на этой концепции.

Все общественные и производственные помещения должны быть снабжены аварийными выходами, отчетливо обозначенными, не слишком длинными, гарантирующими быстрый, без затруднений, проход.

Двери должны всегда открываться изнутри. В этих проходах не должны находиться посторонние предметы, ступени, вращающиеся двери, а также горючие материалы, стены должны быть сделаны из огнестойких материалов. Отдельно должны быть

предусмотрены другие пути спасения: внешние лестницы, выходы на крыши, балконы и окна. Лестницы должны быть без единого запора и готовы к использованию в любой момент даже тогда, когда обычно пользуются только лифтом. К сожалению, часто эти правила не соблюдаются: выходы бывают закрыты на ключ во избежание непрошеных гостей. Философия «с кем угодно, только не со мной» может привести к большим бедам. Не забывайте также, что лифт не считается путем эвакуации, напротив, им никогда не следует пользоваться в случае пожара.

Каждый человек должен знать, каким образом быстро покинуть помещение при возникновении пожара. Для этого надо проводить общие специальные учения во всех организациях, учреждениях и предприятиях.

Во время тушения пожара и спасения людей необходимо помнить, что взрослые чаще всего в состоянии привлечь к себе внимание, дать знать о своем присутствии. Если они застигнуты врасплох огнем или дымом и от этого теряют сознание, то искать их нужно, в основном, рядом с лестницей, у окон или других возможных выходов. Больные люди, которые не в состоянии двигаться, могут находиться в кроватях, на стульях или рядом с ними. Большие сложности возникают при поисках на пожарах детей. Обычно они укрываются в местах, которые взрослым не приходят в голову, поэтому с их обнаружением и спасением часто опаздывают.

При пожарах в высоких постройках необходимо учитывать, что автоматические лестницы пожарных машин поднимаются в лучшем случае на высоту 50 м. Таким образом, те, кто находится ниже этой высоты могут выглянуть и позвать на помощь из окон, а кто выше – должны быстро забраться на крышу, где они будут замечены вертолетами.

После спасения всех людей, первая задача – успокоить их, затем перевести в безопасное место, используя наиболее короткую из всех возможных дорог.

Во время пожара, как и при других катастрофах, возможно возникновение паники. Наиболее часто это встречается в местах случайных скоплений людей: кинотеатрах, театрах, ресторанах, гостиницах и т. д. На работе и в учебных заведениях, где люди

хорошо знают помещения и друг друга, паника бывает реже, хотя всегда существует ее возможность, которую нельзя ни исключить, ни предвидеть.

Противопожарные средства

К ним относятся: внутренние пожарные краны внутреннего водопровода, огнетушители, средства покрытия огня, песок и другие подручные материалы.

Наиболее традиционное средство для тушения пожаров – внутренний пожарный кран, который устанавливается внутри всех общественных зданий, за исключением складов, где находятся материалы, вступающие в реакцию с водой (бензин, солярка). Он должен находиться в легкодоступных местах и всегда быть готовым к использованию. Принцип действия заключается в подаче больших объемов воды, предназначенной для тушения пожаров, когда горят обычные материалы (дерево, солома, бумага, ткани). Его нельзя использовать в случае пожара электрической аппаратуры, находящейся под напряжением, горючих жидкостей (бензин, ацетон, спирты) и для залива веществ, которые при реакции с водой выделяют токсичные или горючие газы (сода, калий, карбид кальция).

Огнетушители бывают разных типов, но все они используются для ликвидации пожаров в самом их начале. Для достижения наилучшего результата заранее необходимо:

- выбрать тип огнетушителя, наиболее подходящий к потенциально возгорающемуся материалу и условиям его применения;
- найти такое место расположения огнетушителя, чтобы он всегда был всегда под рукой;
- число огнетушителей должно соответствовать потенциальным размерам пожара и зоне, которая должна находиться под контролем

Другие средства пожаротушения

При тушении пожара хороший эффект дает использование любой не синтетической накидки, которая тушит огонь, прекращая доступ воздуха к горящему предмету. Надо накрыть по возможности всю горящую площадь, не вызывая движения воздуха,

которое могло бы поддержать огонь. Пожар в доме часто возникает на кухне, где можно его потушить, используя накидку. Она годится также для ликвидации загорания автомобильных моторов, различной электрической бытовой техники.

Для тушения огня также используют песок. Он пригоден для небольших пожаров, но не подходит для тушения горючих жидкостей, так как сразу погружается на дно, а жидкость продолжает гореть. Если загорелся мотор автомашины, и нет других средств пожаротушения, то можно использовать песок или землю.

Есть и другие способы. Даже простой веник, обмотанный сырой тряпкой, может служить средством тушения. Надо сбивать им пламя для предотвращения распространения огня и искр. Несмотря на свою простоту, этот метод достаточно эффективен. Таким же образом можно использовать зеленые ветви, мокрые тряпки, намотанные на палку. Быстрота вашей реакции напрямую связана с эффективностью тушения пожара, необходимо использовать любое находящееся в вашем распоряжении средство, пожертвовав даже пальто или пиджаком во избежание более серьезных потерь.

Кроме вышеперечисленных противопожарных средств, существуют и другие, которые могут оказаться полезными. Это топоры, лопаты, лестницы, ведра или какие-либо легко транспортируемые контейнеры, бочки с водой, железные заграждения.

Действия при лесных и горных пожарах.

При обнаружении огня в лесу: главная задача – не дать жару набрать силу и распространиться. В тех случаях, когда вы видите, что самостоятельно огонь потушить не удастся, необходимо без промедления сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону «101».

Эффективно забрасывание кромки пожара грунтом, охлаждающим горящие материалы и лишающие их доступа воздуха.

Соблюдайте простые правила пользования костром!

1. Запрещается разжигать костры в сухую, жаркую и ветреную погоду.

2. Разжигать костры следует на специально отведенных для этого местах.

3. Вблизи костра необходимо предусмотреть запас воды, а также зеленых веток для захлестывания пламени на случай распространения горения.

4. Нельзя разжигать костер вблизи деревьев.

11. Меры безопасности на воде

Лето – прекрасная пора для отдыха. И чтобы с пользой для себя и для своего здоровья отдохнуть у воды, надо научиться общаться с водой, уметь плавать, хорошо запомнить и выполнять правила поведения на воде.

Купаться в воде длительное время нельзя – можно легко простудиться. Если вы чувствуете озноб, немедленно выходите из воды и сделайте короткую, но энергичную пробежку по берегу.

Продолжительность купания зависит от температуры воздуха и воды, от влажности воздуха и силы ветра. Наиболее благоприятные условия купания – ясная безветренная погода, температура воздуха +25 °С и более. Начинать купание следует при температуре воды не ниже +18 °С.

Рекомендуется купаться не ранее чем через 1,5 часа после еды. Лучше всего купаться на детских пляжах: они хорошо оборудованы и обеспечены необходимыми средствами для предупреждения несчастных случаев. Не забывайте, что детям разрешается купаться только в присутствии взрослых.

Каждый житель города или сельской местности должен знать особенности и опасные места водоемов, в которых они купаются.

Безопасность детей на воде достигается правильным выбором и оборудованием места купания, хорошей организацией купания, систематической разъяснительной работой с детьми о правилах поведения на воде и соблюдением мер предосторожности.

Перед открытием лагеря и купального сезона дно акватории обследуется водолазами и очищается от опасных предметов. Обследование дна является обязанностью организации, который принадлежит пляж, место купания.

На территории пляжа оборудуется медицинский пункт, устанавливаются «грибки» и навесы для защиты от солнца.

Открытие пляжа разрешается только после проверки его специально созданной администрацией комиссией с участием пред-

ставителей спасательной службы. После проверки составляется специальный акт.

Ответственность за безопасность детей во время купания возлагается на инструктора по плаванию и спасанию.

Купание детей разрешается группами не более 10 человек и продолжительностью 10 минут. Купающиеся выстраиваются в линейку, не сходя с места складывают перед собой одежду и обувь. Руководитель проводит перекличку. По окончании купания и одевания необходимо повторно провести перекличку и проверить вся ли одежда разобрана.

Купание детей, не имеющих плавать. Купание таких детей организует и контролирует руководитель оздоровительного лагеря или детского учреждения.

Помните:

- купаться можно только в разрешенных местах и в присутствии взрослых;
- нельзя нырять в незнакомых местах – на дне могут оказаться притопленные бревна, камни, коряги;
- не следует купаться в заболоченных местах и там, где есть водоросли или тина;
- ни в коем случае не плавать на надувных матрацах, автомобильных камерах, надувных игрушках – подручное средство может оказаться неисправным, порваться, человек внезапно оказаться в воде, а это очень опасно даже для умеющих хорошо плавать;

12. Меры безопасности при катании на лодках

Катание на гребных и моторных лодках (катерах) проводится только под руководством взрослых. К управлению и лодками допускаются лица, имеющие специальные права на самостоятельное управление плавательными средствами.

При катании запрещается:

- перегружать катер, лодку сверх установленной нормы;
- пользоваться лодкой детям до 16 лет без сопровождения взрослых;
- кататься в вечернее и ночное время.

Действия утопающего при самоспасании

Чтобы избежать несчастного случая, необходимо объяснить ребенку правила поведения на воде, научить его действовать в трудных ситуациях.

При падении в воду следует вести себя спокойно, не поддаваться панике, стараться спастись самому, что возможно только при сохранении спокойствия.

Оказавшись в воде, следует набрать в легкие как можно больше воздуха и стараться принять вертикальное положение. Нельзя делать резких движений, так как колебания воды в таком случае усилятся, дыхание ускориться и увеличится риск захлебнуться водой.

Следует дышать глубже и как можно дольше удерживать воздух в легких, это создает большую плавучесть. Можно задерживать воздух в легких более чем на 30 секунд.

Оказание помощи при несчастных случаях на воде

В практике плавания на открытых водоемах приходится действовать в различных условиях. В воде охлаждение организма протекает намного интенсивнее, чем на воздухе. При температуре до +10 °С нетренированный человек без защитной одежды может погибнуть через 30–60 минут. Охлаждения организма усиливается с понижением температуры и при быстром течении.

Кроме переохлаждения причинами несчастных случаев могут быть:

- чрезмерные мышечные усилия, психологическая неподготовленность;
- неожиданная опасность (глубокое место, водоворот, сильная струя течения, волна и т. д.);
- неудовлетворительное состояние организма, вызванное переутомлением или заболеванием (порок сердца, эпилепсия и др.);
- удар о твердый или режущий предмет.

Переохлаждение

Для предотвращения переохлаждения организма в наливных бассейнах обычно поддерживают температуру воды на уровне +24…+28 °С.

Не рекомендуется заниматься плаванием в открытых водоемах при температуре воды ниже +15 °С, так как возможна внезапная потеря сознания и смерть от холодного шока. Развитию шока нередко способствует перегревание организма перед плаванием и неожиданно быстрое погружение в холодную воду.

13. Судороги при плавании

Определенную опасность при плавании представляют судороги. Возникновение судорог (непроизвольного болезненного сокращения мышц) связано с перенапряжением, охлаждением или эмоциональным возбуждением. Судороги возникают не только в воде, их может вызвать любое неловкое или резкое движение. Но на суше это никого особенно не пугает. В воде же дети и взрослые начинают бояться судорог заранее, а это может спровоцировать их появление.

Меры для снятия судорог:

- если свело мышцу бедра, то необходимо, согнув ногу в колене, сильно прижать руками пятку по направлению к седалищу;
- при судорогах кистей рук следует резко сжимать и разжимать пальцы;
- при судорогах мышц живота необходимо энергично подтягивать к животу колени ног;
- если свело икроножную мышцу, следует ногу поднять над поверхностью воды и, вытянув ее, энергично подтягивать стопу руками к себе;
- при судорогах руки следует лечь на бок и работать другой рукой под водой.

Не надо бояться судорог. Если при плавании свело ноги (чаще всего икроножную мышцу) и при этом вы сохранили спокойствие, судороги ничем вам не угрожают. Необходимо сделать глубокий вдох и, погрузив голову в воду, принять позу поплавка (упражнение «всплывание» или «поплавок»), взяться за пальцы сведенной судорогой ноги и потянуть их на себя. Затем попытаться максимально расслабить ногу и плыть так (лучше изменить способ плавания), чтобы ее не нагружать или работать преимущественно руками.

Оказание первой помощи

Первую помощь пострадавшему начинают сразу после того, как лицо утонувшего приподнято над водой, и продолжают во время буксировки к катеру или на берег.

После доставки пострадавшего на берег необходимо оценить его состояние.

Если пострадавший находится в сознании, его следует насухо вытереть, проводить в теплое помещение, напоив горячим чаем, кофе.

Если пострадавший извлечен после некоторого пребывания под водой и находится без сознания, в состоянии удушья (асфиксии) или так называемой клинической смерти, нужно вызвать врача.

Не теряя времени, до прихода врача следует немедленно приступить к оказанию первой помощи, пострадавшего раздеть, очистить ему рот и нос от ила, песка и между челюстями в угол рта вложить мягкий клин (кусок дерева, туго свернутый платок и т. п.); срочно приступить к искусственной вентиляции легких.

При истинном утоплении потерпевшего укладывают животом на бедро согнутой ноги спасателя и резкими, толчкообразными движениями сжимают боковые поверхности грудной клетки (в течение 10–15 секунд), после чего вновь поворачивают потерпевшего на спину.

Если зубы пострадавшего крепко сжаты, для раскрытия рта можно применять один из приемов: открыть рот с помощью рук, накладываемых на нижнюю челюсть, либо воспользоваться расширителем из санитарной сумки или каким-либо твердым плоским предметом (ложкой, дощечкой и т. п.).

Доставив потерпевшего на спасательную станцию реанимационные мероприятия необходимо продолжить. Одной из наиболее частых ошибок является преждевременное прекращения искусственного дыхания. Наличие у пострадавшего временных дыхательных движений, как правило, не свидетельствует о восстановлении полноценной вентиляции легких, поэтому если у пострадавшего отсутствует сознание, или развился отек легких, нужно продолжать искусственное дыхание. Искусственное дыха-

ние необходимо также, если у пострадавшего имеются нарушения ритма дыхания более 40 ударов в минуту, резкий цианоз.

Извлеченные из воды потерпевшие быстро теряют тепло, что приводит к значительному понижению температуры тела, поэтому пострадавшего нельзя укладывать на холодную землю. Его надо поместить на доску или деревянный щит, снять с него мокрую одежду, насухо протереть кожу и завернуть в сухую простыню или одеяло.

Продолжая растирание, можно использовать раздражающие вещества (уксус, нашатырный или камфорный спирт). В случае белой асфиксии действия спасателя должны быть особенно энергичными.

Нельзя согревать пострадавшего грелкой или теплыми бутылками, чтобы не привести к нежелательному перераспределению крови в организме.

Причины несчастных случаев

К утоплению могут привести разные причины, основные из них: незнание опасности при купании и плавании и неумение избежать их, выйти из тяжелого положения. Чаще всего к несчастным случаем приводят дальние заплывы, купание в шторм, купание в нетрезвом состоянии, неумение плавать, переохлаждение организма, разрывы надувных поддерживающих средств, отсутствие присмотра за детьми, хулиганство.

Во время купания, прыжков или внезапного падения в воду может наступить утопление вследствие сотрясения мозга, травмы черепа и позвоночника, других травм от сильного удара об различные предметы, которые находятся в воде (скала, камень, твердое дно).

Много неприятностей приносят мышечные судороги – внезапные болевые сокращения отдельных мышц вследствие резкого напряжения, переутомления и переохлаждения.

14. Перегрев

Перегревание организма (тепловой удар) может возникнуть вследствие длительного пребывания на берегу водохранилища, реки, водоема или на борту лодки, катера и т. д. без защитных

средств в жаркий день. При этом нарушается нормальный теплообмен организма, появляются тошнота, рвота, головная боль, общая слабость, поверхностное, частое дыхание, повышается температура тела до +40…+41 °С. Возможна потеря сознания (обморочное состояние).

Пострадавшего необходимо поместить в прохладное место, обеспечить доступ свежего воздуха и освободить от стесняющей одежды. Его следует положить так, чтобы голова была выше уровня ног (для оттока крови), обеспечить свободное дыхание, обрызгать лицо и грудь холодной водой, положить на затылок лед или холодный компресс. Нюхать нашатырный спирт не рекомендуется.

Глава 10. Практические работы

Практические работы по защите в чрезвычайных ситуациях

Независимо от источника чрезвычайной ситуации можно выделить шесть основных поражающих факторов, воздействующих на людей, окружающую природную среду, инженерно-технические сооружения и т. д. Это следующие факторы:

1) *барическое* воздействие (взрывы взрывчатых веществ, газо-воздушных облаков, технологических сосудов под давлением, взрывы обычных и ядерных средств массового поражения и т. д.);

2) *термическое* воздействие (тепловое излучение при техногенных и природных пожарах, «огненный шар», ядерный взрыв и т. д.);

3) *токсическое* воздействие (техногенные аварии на химически опасных производствах, шлейф продуктов горения при пожарах, применение химического оружия, выбросы токсических газов при работе предприятий в штатном режиме и т. д.);

4) *радиационное* воздействие (техногенные аварии на радиационно опасных объектах, ядерные взрывы и т. д.);

5) *механическое* воздействие (осколки, обрушение зданий и т. д.);

6) *биологическое* воздействие (эпидемии, бактериологическое оружие и т. д.).

Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций можно выполнять двумя группами методов: детерминированными или вероятностными.

В *детерминированных методах* прогнозирования определенной величине негативного воздействия поражающего фактора источника чрезвычайной ситуации соответствует вполне конкретная степень поражения людей, инженерно-технических сооружений и т. п.

Так, например, величина избыточного давления на фронте ударной волны $\Delta P_ф$ = 10 кПа принимается безопасной для человека. При величине избыточного давления на фронте ударной

волны $\Delta P_ф$ = 100 кПа будут иметь место смертельные поражения 50 % пострадавших людей.

При токсическом воздействии такими величинами являются предельно допустимая концентрация ПДК, мг/м^3; летальная концентрация LC_{50}, мг/м^3 или летальная токсодоза LD_{50} (мг·мин/м^3 при ингаляционном воздействии и мг/кг при пероральном и кожно-резорбтивном воздействии), при которых погибает 50 % реципиентов.

При радиационном воздействии используют эффективную $D_{эф}$, Зв или эквивалентную $E_{экв}$, Зв дозы.

Область, ограниченная линией, соответствующей определенной степени негативного воздействия, носит название зоны воздействия этого уровня (летального, среднего, порогового и т. п.).

В действительности при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия на достаточно большое количество людей, зданий и сооружений, компонентов окружающей природной среды и т. п. поражающей эффект будет различен и приведенные выше значения соответствуют математическому ожиданию данной степени негативного воздействия.

Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения (эффект поражения) $P_{пор}$ измеряется в долях единицы или процентах и определяется, как правило, по функции Гаусса (функции ошибок) через «пробит-функцию» *Pr*:

$$P_{пор} = f\left[\Pr(D)\right]; \tag{1}$$

$$\Pr = a + b \cdot \ln D, \tag{2}$$

где f – функция Гаусса; a,b – константы, зависящие от вида и параметров негативного воздействия; D – доза негативного воздействия, равная, например:

$$D = \begin{cases} q^n \tau & - \text{ при термическом воздействии;} \\ f\left(\Delta P_ф, I_+\right) & - \text{ при барическом воздействии;} \\ C^n \tau & - \text{ при токсическом воздействии;} \\ D_{эф} & - \text{ при радиационном воздействии.} \end{cases} \tag{3}$$

Здесь q – плотность теплового потока, τ – время воздействия; $\Delta P_ф$ – избыточное давление на фронте ударной волны; I_+ – импульс фазы сжатия ударной волны; C – концентрация токсиканта; $D_{эф}$ – эффективная доза ионизирующего излучения; n – показатель степени.

Для каждой конкретной чрезвычайной ситуации применяют свои методики прогнозирования.

В настоящем учебном пособии описаны практические работы, позволяющие студентам научиться прогнозировать последствия наиболее опасных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Практическая работа 1

Прогнозирование и оценка обстановки при химических авариях

Цель работы: освоить методику прогнозирования зон заражения при авариях на химически опасном объекте и научиться работать со справочной литературой.

Основные положения

Аварийно химически опасные вещества (АХОВ) – это обращающиеся в больших количествах в промышленности и на транспорте токсические химические вещества, способные в случае разрушений (аварий) на объектах легко переходить в атмосферу и вызывать массовые поражения людей, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы.

Химически опасный объект (ХОО) – объект народного хозяйства или транспортное средство, перевозящее АХОВ, при повреждении или разрушении которых могут произойти химически опасные аварии.

Территория, подвергающаяся непосредственному воздействию АХОВ, а также территория, над которой распространяется облако зараженного воздуха в поражающихся концентрациях, называются *зоной заражения*.

При прогнозировании обстановки при химических авариях применяются следующие допущения:

- емкости, содержащие опасные химические вещества (ОХВ), разрушаются полностью;
- толщина слоя ОХВ, разлившегося свободно по подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива или 0,5 м – в случае разрушения изотермического хранилища аммиака;
- при проливе ОХВ из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку) высотой H (м), толщина слоя жидкости принимается равной $h = H - 0{,}2$ (м);
- при аварии на газо- и продуктопроводах величина выброса ОХВ принимается равной его максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекателями;
- предельное время пребывания людей в зоне заражения принимается равным времени испарения ОХВ, но не более 4-х часов.

Исходными данными для прогнозирования являются:

- общее количество ОХВ на опасном химическом объекте и данные по его размещению в емкостях и технологических трубопроводах;
- количество ОХВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива (в поддон, в обваловку или на грунт);
- токсические свойства ОХВ;
- метеорологические условия (температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, состояние приземного слоя воздуха); при заблаговременном прогнозе принимают, что температура воздуха равна 20 °С, скорость ветра – 1 м/с, а состояние атмосферы – инверсия.

1. Расчет параметров зоны заражения при химической аварии

Внешние границы зоны заражения ОХВ рассчитывают по ингаляционной пороговой токсодозе $D_{пор}$ (мг·мин/л).

Глубины зон заражения первичным $Г_1$ (км) и вторичным $Г_2$ (км) облаками определяются по таблице П. 1, представленной в Приложении, в зависимости от скорости ветра $w_в$ (м/с) и эквивалентного количества опасного химического вещества (ОХВ) $Q_э$ (т). Полная глубина зоны заражения определяется как

$$Г_{зар} = \begin{cases} Г_1 + 0{,}5Г_2 & , \quad если\ Г_1 > Г_2 \\ Г_2 + 0{,}5Г_1 & , \quad если\ Г_1 < Г_2 \end{cases}. \qquad (1)$$

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $Г_{пред}$ (км) равно

$$Г_{пред} = u \cdot \tau\ , \qquad (2)$$

где τ – время полного испарения или ликвидации источника химического заражения, час; u – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при заданной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы, км/ч (таблица П. 2). Степень вертикальной устойчивости атмосферы можно определить по таблице П. 3.

За истинную глубину зоны заражения принимается величина

$$Г = \min\left\{Г_{зар}, Г_{пред}\right\}. \qquad (3)$$

В зависимости от скорости приземного ветра, обусловливающей флуктуации его направления, зоны возможного заражения наносятся на карты в виде круга или сектора с угловыми размерами, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Угловые размеры зоны возможного заражения ОХВ

Скорость ветра, м/с	Не более 0,5	Более 0,5 – не более 1,0	Более 1 – не более 2,0	Более 2,0
Угловые размеры, град.	360	180	90	45

Площадь зоны фактического заражения ОХВ ($S_ф$, км^2), находящейся внутри зоны возможного заражения, определяется по формуле

$$S_ф = k_8 \cdot Г^2 \cdot \tau^{0,2}\ , \qquad (4)$$

где $Г$ – глубина зоны заражения, км; τ – время с момента аварии, ч; k_8 – коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на ширину зоны заражения: для инверсии он равен 0,081, изотермии – 0,133 и конвекции – 0,235.

Количественные характеристики выброса ОХВ для расчетов параметров зоны заражения определяются по его эквивалентному значению $Q_э$, под которым понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии равен масштабу заражения при тех же условиях заданным количеством данного ОХВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке $Q_{э,1}$ (т) определяется по формуле

$$Q_{э,1} = k_1 \cdot k_3 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot Q_0 , \qquad (5)$$

где k_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения ОХВ (таблица П. 3); k_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе рассматриваемого ОХВ (см. таблицу П. 3); k_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы: 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,8 – для конвекции; k_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (см. таблицу П. 3): для сжатых газов $k_7 = 1$; Q_0 – количество разлившегося (выброшенного) ОХВ, т.

Для сжиженных газов, не вошедших в таблицу П. 3, значение коэффициента k_7 принимается равным 1, а значение k_1 определяется по выражению

$$k_1 = C_p \Delta T / L_{исп} ,$$

где C_p – удельная теплоемкость жидкого ОХВ, кДж/(кг К); ΔT – разность температур жидкого ОХВ до и после разрушения емкости, °С; $L_{исп}$ – удельная теплота испарения, кДж/кг.

Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке $Q_{э,2}$ (т) определяется по формуле

$$Q_{э,2} = (1 - k_1) \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot Q_0 / (h \cdot \rho_{ж}) , \qquad (6)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкой фазы ОХВ, т/м^3 (см. таблицу П. 3); h – толщина слоя разлившегося жидкого ОХВ, м; k_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств ОХВ (см. таблицу П. 3); k_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (таблица

П. 4); k_6 – коэффициент, учитывающий время, прошедшее с начала аварии τ (час), равный

$$k_6 = \begin{cases} \tau^{0,8} \ при \ \tau < \tau_{исп} \\ \tau_{исп}^{0,8} \ при \ \tau > \tau_{исп} \\ 1 \ при \ \tau_{исп} < 1час \end{cases} .$$

Здесь τ – время, прошедшее после аварии, ч; $\tau_{исп}$ – время испарения ОХВ, ч, определяемое по формуле

$$\tau_{исп} = \frac{h \cdot \rho_{ж}}{k_2 k_4 k_7} . \qquad (7)$$

Коэффициенты k_2, k_4 и k_7 определяются по таблице П. 3.

При определении $Q_{э,2}$ для веществ, не указанных в таблице П. 3, коэффициент k_7 принимается равным 1, а коэффициент k_2 определяется по формуле

$$k_2 = 8{,}1 \cdot 10^{-6} \cdot P_{нас} \sqrt{M} , \qquad (8)$$

где $P_{нас}$ – давление насыщенного пара вещества при заданной температуре воздуха, мм рт. ст; M – молекулярная масса вещества.

2. Прогнозирование количества пострадавших среди персонала и населения, оказавшегося в зоне фактического заражения

Основными исходными данными для расчета являются:

- наличие факторов поражения (первичное и вторичное облако, либо только первичное, либо только вторичное);
- средняя плотность населения в зоне заражения определяется исходя из допущения, что население распределено по территории равномерно;
- доля населения, которую планируется защитить тем или иным способом (укрытие в жилых и производственных помещениях, транспорте, убежищах и других защитных сооружениях; использование индивидуальных средств защиты и проведение эвакуации);
- степень защищенности населения при использовании определенного способа защиты.

Количество населения, попавшего в зону заражения N (чел), рассчитывается исходя из средней плотности по формуле

$$N = P_г S_г + P_{зз} S_{зз}, \qquad (9)$$

где $P_г$ и $P_{зз}$ – плотность населения соответственно в городе и загородной зоне, чел/км^2; $S_г$ и $S_{зз}$ – площади территории в городе и загородной зоне, приземный слой воздуха которых подвергся заражению, км^2 (формула 4).

Численность пораженного населения, определяется его защищенностью:

$$N_{пор} = N \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \left(1 - K_{защ,i}\right) \text{ или } N_{пор} = N \cdot \left(1 - K_{защ}^{ср}\right), \qquad (10)$$

где $N_{пор}$ – количество пораженного населения, чел.; N – численность населения, оказавшегося в зоне фактического заражения, чел.; P_i – доля населения, защищаемая от действия ОХВ i-м способом; $K_{защ,i}$ – коэффициент защиты i-го способа; $K_{защ}^{ср}$ – среднее значение коэффициента защищенности населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте, жилых и производственных зданиях (таблица П. 8). Распределение населения в городе и в сельскохозяйственной местности в зависимости от времени суток приведено в таблице П. 9 и таблице П. 10, соответственно.

В случае образования первичного и вторичного облаков заражения сначала рассчитывают количество пораженных от первичного облака ($N_{пор,1}$). Расчет количества человек, пораженных ОХВ вторичного облака, производится путем вычитания числа пораженных от первичного облака из общего количества пораженного населения в зоне заражения.

Для оценки распределения людей по степеням поражения приближенно можно принять, что структура пораженного населения соответствует данным таблицы 2.

Таблица 2 – Структура населения, пораженного ОХВ

Характер поражения	Смертельный, %	Тяжелой и средней степени, %	Легкой степени, %	Пороговые, %
Показатель	10	15	20	55

Для оценки глубины зон с разной степенью поражения можно принять, что:

- глубина зоны, где могут наблюдаться смертельные поражения, составляет $Г_{см} = 0{,}3$ Г;
- глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести, составляет $Г_{т.\ и\ ср.} = 0{,}5$ Г;
- глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени, составляет $Г_{лег} = 0{,}7$ Г.

Время подхода облака ОХВ к заданному объекту $\tau_{подх}$ (ч) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$\tau_{подх} = x / u, \qquad (11)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км; u – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (таблица П. 5).

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

На водоочистной станции в 8 ч утра произошла авария, связанная с разрушением емкости, содержавшей $Q_0 = 10$ т хлора, хранившегося под давлением. Емкость с хлором размещалась в поддоне с высотой стенок $H = 1{,}0$ м. При прогнозировании последствий аварии принять следующие метеоусловия: инверсия, скорость ветра $w_в = 3$ м/с, температура воздуха $t_в = +20$ °С. Плотность населения в полумиллионном городе $P_{гор} = 2500$ чел/км^2. Население об аварии не оповещено.

Определить глубину распространения зараженного ОХВ воздуха через $\tau = 2$ часа после аварии и структуру пораженного населения.

Решение

1. Принимая глубину слоя разлившегося хлора равной $h = H - 0{,}2 = 1{,}0 - 0{,}2 = 0{,}8$ м и $\rho_ж = 1{,}558$ т/м^3, найдем по формуле (7) время испарения $\tau_{исп}$.

$$\tau_{исп} = \frac{0,8 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 14,4 \text{ ч.}$$

2. Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке $Q_{э,1}$ определяем по формуле (5) с использованием данных таблицы П. 3:

$$Q_{э,1} = 0,18 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 10 = 1,8 \text{ т.}$$

3. Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке $Q_{э,2}$ определяем по формуле (6) с использованием данных таблицы П. 3.

$$Q_{э,2} = (1 - 0,18)\ 0,052 \cdot 1,0 \cdot 1,67 \cdot 1,0 \cdot 2^{0,8} \cdot 1,0 \cdot 10 / (0,8 \cdot 1,553) \approx 1 \text{ т.}$$

Здесь коэффициент k_6 принят равным $k_6 = \tau^{0,8} = 2^{0,8}$, так как $\tau < \tau_{\text{исп.}}$

4. Глубины зон заражения первичным $Г_1$ и вторичным $Г_2$ облаками определим по таблице П. 2 в зависимости от скорости ветра $w_в = 3$ м/с и соответствующего эквивалентного количества ОХВ путем интерполяции.

Для первичного облака: $Q_{э,1} = 1,8$ т, интерполируя по данным таблицы П. 2, получим $Г_1 = 2,9$ км.

Для вторичного облака: $Q_{э,2} = 1$ т, по таблице П. 2 имеем $Г_2 = 2,17$ км.

Полная глубина зоны заражения $Г_{зар}$ по формуле (1) равна

$$Г_{зар} = 2,9 + 0,5 \cdot 2,17 = 4 \text{ км.}$$

5. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $Г_{пред}$ при скорости переноса $u = 16$ км/ч (таблица П. 5, инверсия, скорость ветра $w_в = 3$ м/с) по формуле (2) равно

$$Г_{пред} = 16 \cdot 2 = 32 \text{ км.}$$

За истинную глубину зоны заражения принимаем величину

$Г = min\ \{Г_{зар}, Г_{пред}\}$, то есть $Г = min\ \{4 \text{ км}; 32 \text{ км}\} = 4$ км.

6. Площадь зоны фактического заражения $S_{зар}$ находим по формуле (4)

$$S_{зар} = 0,081 \cdot 4^2 \cdot 2^{0,2} = 1,49 \text{ км}^2.$$

Так как скорость ветра $w_в$ более 2 м/с, то зона фактического заражения будет располагаться в секторе с углом 45° по направлению ветра.

7. Количество людей, попавших в зону фактического заражения, N, найдем по формуле (9)

$$N = 2500 \cdot 1{,}49 \approx 3700 \text{ чел.}$$

8. Определим число пораженных с учетом защищенности населения.

Для этого по данным таблицы П. 8 для условий примера найдем среднее значение защищенности городского населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте, жилых и производственных зданиях. Так как авария произошла в 8 ч, то, согласно таблице П. 9 22 % населения находилось в жилых зданиях с коэффициентом защиты по месту пребывания людей в течение 2 часов, равным 0,38 (таблица П. 8), 50 % населения – в производственных зданиях с коэффициентом защиты 0,09; 28 % – в транспорте и на улице без средств защиты.

Тогда среднее значение коэффициента защищенности составит

$$K_{защ} = 0{,}22 \cdot 0{,}38 + 0{,}5 \cdot 0{,}09 + 0{,}28 \cdot 0 = 0{,}13.$$

Далее по формуле (10) определим число пораженных:

$$N_{пор} = 3700 \cdot (1 - 0{,}13) \approx 3220 \text{ чел.}$$

9. Согласно таблице 2, можно ожидать следующее распределение пострадавшего населения по степеням тяжести поражения ОХВ:

- смертельные поражения

$$N_{см} = 0{,}1\ N = 0{,}1 \cdot 3220 \approx 320 \text{ чел.};$$

- поражения тяжелой и средней степени тяжести

$$N_{т.\ и\ ср.} = 0{,}15\ N = 0{,}15 \cdot 3220 \approx 485 \text{ чел.};$$

- легкие поражения

$$N_{лег} = 0{,}2\ N = 0{,}2 \cdot 3220 \approx 645 \text{ чел.};$$

- пороговые поражения

$$N_{пор} = 0{,}55\ N = 0{,}55 \cdot 3220 \approx 1770 \text{ чел.}$$

10. Для определения пространственного распределения зон заражения с разной степенью поражения людей приближенно можно принять:

- глубина зоны, где могут быть смертельные поражения,

$$Г_{см} = 0,3\,Г = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ км};$$

- глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести,

$$Г_{т\ и\ ср.} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ км};$$

- глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени,

$$Г_{лег} = 0,7 \cdot 4 = 2,8 \text{ км}.$$

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице 3. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Таблица 3 – Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6
Эквива-ное кол-во вещ-ва в первичном облаке, Q э$_1$ (T)	0,5	1	3	2	4	0,2
Эквива-ное кол-во вещ-ва во вторич-ном облаке, Q э$_2$ (T)	10	15	25	17	30	8
Скорость ветра, м/с	0	1	3	5	10	8
Время от начала аварии, ч	20 мин	2	3	50 мин	4,50	4,30
АХОВ	Аммиак	Водород фтористый	Мети-ламин	Метил бро-мистый	Фтор	Формаль-дегид
Направ-ние ветра ψ, град.	0	90	180	190	170	270
Темпе-ра воздуха T, °С	0	+10	+20	-20	-5	0
Расстояние границы объекта от возм-ного места аварии l, м	300	200	100	50	350	250
Ширина санитар-ной зоны, м	500	1000	800	300	400	600
Время суток	Ночь	Вечер	Утро	День	»	Вечер
Облачность	Ясно	Облачно	Ясно	Облачно	»	Ясно

Продолжение таблицы 3

№ варианта	7	8	9	10	11	12
Эквива-ное кол-во вещ-ва в первичном облаке, Q Э$_1$ (T)	0,1	3,5	2,4	1,2	2,3	0,1
Эквива-ное кол-во вещ-ва во вторичном облаке, Q Э$_2$ (T)	7	28	19	5	8	6
Скорость ветра, м/с	6	4	15	2	3	5
Время от начала аварии, ч	5	4	1	2	4,50	5,20
АХОВ	Фосген	Азота оксиды	Этилена оксид	Фтор	Формальдегид	Сероводород
Направ-ние ветра ψ, град.	150	200	180	0	10	150
Темпе-ра воздуха T, °С	+10	+15	0	0	+10	-10
Расстояние границы объекта от возм-ного места аварии l, м	100	150	300	300	50	25
Ширина санитарной зоны, м	2000	900	1500	300	400	600
Время суток	Ночь	Утро	»	День	Ночь	Утро
Облачность	Облачно	Ясно	»	»	Облачно	»

Продолжение таблицы 3

№ варианта	13	14	15	16	17	18
Эквива-ное кол-во вещ-ва в первичном облаке, $Q_{Э_1}$ (T)	0,6	0,9	2,5	3,5	7,0	9,0
Эквива-ное кол-во вещ-ва во вторичном облаке, $Q_{Э_2}$ (T)	4	5,5	12	17	30	27
Скорость ветра, м/с	8	10	5	6	7	14
Время от начала аварии, ч	40 мин	30 мин	10 мин	4	3	6 мин
АХОВ	Метилмеркаптан	Нитрил акриловой кислоты	Этилена оксид	Сернистый ангидрид	Хлор	Хлорпикрин
Направ-ние ветра ψ, град.	80	90	180	160	170	150
Темпе-ра воздуха T, °С	+15	-40	+15	0	+10	-10
Расстояние границы объекта от возмного места аварии l, м	+25	–118	80	100	400	300
Ширина санитарной зоны, м	700	850	1000	1200	3000	5000
Время суток	Вечер	Утро	Ночь	Вечер	День	Вечер
Облачность	»	Ясно	Облачно	Ясно	Облачно	Ясно

Продолжение таблицы 3

№ варианта	19	20	21	22	23	24
Эквива-ное кол-во вещ-ва в первич-ном облаке, Q э$_1$ (T)	11,0	10,0	8,0	6,0	7,0	5,0
Эквива-ное кол-во вещ-ва во вторич-ном облаке, Q э$_2$ (T)	40	35	25	17	15,3	12,5
Скорость ветра, м/с	2	1,5	1,0	7	4	3
Время от начала аварии, ч	1	2	5	6	2	1
АХОВ	Хлорциан	Метилмер-каптан	Аммиак	Диметил-амин	Метиламин	Метил бромистый
Направ-ние ветра ψ, град.	270	90	30	185	90	270
Темпе-ра воздуха T, °С	+14	-26	-20	+20	0	0
Расстояние границы объ-екта от возм-ного места аварии l, м	500	300	350	200	450	600
Ширина са-нитарной зоны, м	1500	2000	2500	450	800	450
Время суток	Ночь	Утро	День	Вечер	Утро	Ночь
Облачность	Облачно	Ясно	Облачно	»	»	Ясно

Окончание таблицы 3

№ варианта	25	26	27	28	29
Эквива-ное кол-во вещ-ва в первичном облаке, $Q_{э_1}$ (T)	4,0	3,2	1,6	2,9	5,5
Эквива-ное кол-во вещ-ва во вторичном облаке, $Q_{э_2}$ (T)	16,6	15,4	10,5	8,8	9,5
Скорость ветра, м/с	8	9	10	11	13
Время от начала аварии, ч	4	5	4	4	15 мин
АХОВ	Фтор	Фосген	Хлор	Хлорпикрин	Хлорциан
Направ-ние ветра ψ, град.	180	170	160	150	130
Темпе-ра воздуха T, °С	0	-12	+8	0	0
Расстояние границы объекта от возм-ного места аварии l, м	650	500	300	200	100
Ширина санитарной зоны, м	550	700	3000	2500	4000
Время суток	»	Утро	Вечер	День	Вечер
Облачность	»	Облачно	»	»	»

Практическая работа 2

Прогнозирование и оценка обстановки при радиационных авариях

Цель работы: освоить методику прогнозирования зон заражения при радиационных авариях.

Основные положения

При авариях на радиационно опасных объектах (РОО) с выбросами радиоактивных веществ образуются зоны радиоактивного загрязнения, характеризующиеся уровнем радиации, дозой облучения, степенью загрязнения и т. п. (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика зон радиоактивного загрязнения при аварии на РОО

Зона заражения	Поглощенная доза (до полного распада) $D\infty$,Гр	Уровень радиации, P, Гр/час	Площадь зоны заражения, S, км^2
А' – слабого заражения	0,056	$1{,}4 \cdot 10^{-4}$	$0{,}8\cdot(L_{А1}\cdot B_{А1} - L_А\cdot B_А)$
А – умеренного заражения	0,056	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$	$0{,}8\cdot(L_А\cdot B_А - L_Б B_Б)$
Б – сильного заражения	5,6	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$	$0{,}8\cdot(L_Б\cdot B_Б - L_В\cdot B_В)$
В – опасного заражения	16,8	$4{,}2 \cdot 10^{-2}$	$0{,}8\ (L_В\cdot B_В - L_Г\cdot B_Г)$
Г – чрезвычайно опасного заражения	56	0,14	$0{,}8\ L_Г\cdot B_Г$
Примечание. 1 Гр = 100 рад.			

1. Расчет параметров зоны радиационного загрязнения при радиационной аварии

Геометрические размеры (длина L, км и ширина B, км) зон загрязнения (рисунок 1) для запроектных аварий АЭС представлены в таблице П. 11, а для отличающихся значений массы радиоактивного выброса m, кг и скорости ветра $w_в$, м/с, рассчитываются по формулам (1) и (2):

$$L'' = L\sqrt{m''w''_в / mw_в}, \qquad (1)$$

$$B'' = B\sqrt{m''w''_в / mw_в}. \qquad (2)$$

Время подхода радиоактивного облака к объекту $\tau_{подх}$, час, определяем по формуле

$$\tau_{подх} = C\cdot R / w_в, \qquad (3)$$

где R – расстояние от объекта до эпицентра выброса, км; $w_в$ – скорость движения воздуха на высоте 10 м, км/ч; C – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости атмосферы, равный 0,13 – при инверсии; 0,23 – при изотермии и 0,24 – при конвекции. Степень вертикальной устойчивости атмосферы можно определить по таблице П. 6 в зависимости от времени суток, состояния облачности и скорости ветра.

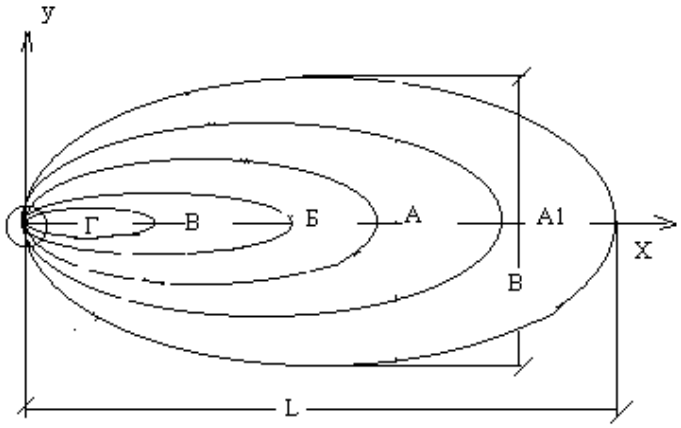


Рисунок 1 – Зоны радиоактивного заражения
при радиационной аварии

Расчет уровней радиации P, Гр/ч и доз внешнего облучения D, Гр производится в зависимости от времени, прошедшего после аварии по формулам

$$P_t = P_{изм} / \left(\tau / \tau_{изм}\right)^n, \quad (4)$$

$$D = K\left(P_{кон} \cdot \tau_{кон} - P_{нач} \cdot \tau_{нач}\right), \quad (5)$$

где $P_{изм}$ – измеренный (рассчитанный) уровень радиации в момент времени $\tau_{изм}$, Гр/ч; $P_{нач}$,$P_{кон}$ – уровень радиации на время начала ($\tau_{нач}$) и окончания облучения ($\tau_{кон}$), Гр/ч; K, n – коэффициенты, равные, соответственно, 1,33 и 0,25 для промежутка времени до 1 месяца после аварии и 2 и 0,5 – от 1 до 3 месяцев.

Доза облучения за 1 сутки, 10 суток и за 1 год определяется по формулам

$$D_{1сутки} = 13{,}3 \cdot P_1; \quad ; \; D_{1год} = 185 \cdot P_1. \tag{6}$$

При нахождении человека в помещении (дом, защитное сооружение и т. п.) доза облучения будет меньше в $K_{осл}$ раз. Коэффициент $K_{осл}$ называется коэффициентом ослабления и его значения приведены в таблице П. 12.

Коэффициент защищенности за сутки C, показывающий во сколько раз доза облучения реально будет меньше дозы, которую человек получил бы на открытой местности, можно определить по формуле

$$C = \frac{24}{\sum_i \left(\tau_i / K_{осл,I} \right)}, \tag{7}$$

где τ_i – продолжительность пребывания людей в различных условиях (дома, защитные сооружения, транспорт и т. п.), час.

Доза внутреннего (ингаляционного) облучения человека зависит от степени вертикальной устойчивости атмосферы, скорости ветра и расстояния от эпицентра аварии (таблица П. 13).

Время допустимой работы $\tau_{раб}$, час персонала (населения) при условии получения дозы, не превышающей установленное значение $D_{уст}$ (таблица П. 14), определяется по таблице П. 15.

Критерии принятия решения по защите населения и персонала приведены в таблице П. 15.

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

На АЭС произошла запроектная авария реактора РБМК-1000 с выбросом m_0 = 15 % активности. Расстояние до ближайшего города R = 50 км.

Принимая, что авария произошла днем, при переменной облачности и скорости ветра на высоте 10 м $w^{10}_{в}$ = 3 м/с, оценить радиационную обстановку в городе и принять решение по защите населения.

Решение

1. По таблице П. 6 определяем, что принятым метеоусловиям соответствует степень вертикальной устойчивости атмосферы – изотермия.

2. Определим размеры зон радиоактивного заражения (1, 2), используя данные таблицы П. 11 и таблицы 1.

Зона слабого заражения *А'*, соответствующая уровню радиации $P_{A'} = 1{,}4 \cdot 10^{-4}$ Гр/ч:

$$L_{A'} = 270\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 284{,}6 \text{ км};$$

$$B_{A'} = 18\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 18,97 \text{ км}.$$

Зона умеренного заражения, соответствующая уровню радиации $P_A = 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ Гр/ч:

$$L_A = 75\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 79{,}0 \text{ км};$$

$$B_A = 4\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 4{,}2 \text{ км}.$$

Зона сильного заражения, соответствующая уровню радиации $P_Б = 1{,}4 \cdot 10^{-2}$ Гр/ч:

$$L_Б = 75\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 18{,}97 \text{ км};$$

$$B_Б = 0{,}7\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 0{,}74 \text{ км}.$$

Зона опасного заражения, соответствующая уровню радиации $P_B = 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ Гр/ч:

$$L_B = 6\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 6{,}32 \text{ км};$$

$$B_B = 0{,}6\,[(10 \cdot 5) / (15 \cdot 3)]^{0,5} = 0{,}63 \text{ км}.$$

3. Учитывая, что расстояние от АЭС до города равно $R = 50$ км, а город попадает в зону умеренного заражения, интерполируя в интервале $P_A = 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ Гр/ч ($L_A = 79$ км) – $P_Б = 1{,}4 \cdot 10^{-2}$ Гр/ч ($L_Б = 18{,}97$ км), найдем уровень радиации в городе:

$$P_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч}.$$

4. Время подхода радиоактивного облака к городу $\tau_{подх}$ найдем по формуле (6)

$$\tau_{\text{подх}} = (0{,}23 \cdot 50) / 3 = 3{,}83 \text{ ч}.$$

5. Определим изменение уровней радиации в городе с момента начала выпадения радиоактивных осадков ($\tau_{вып} = \tau_{подх} = 3{,}83$ ч), используя формулу (7),

- на начало выпадения осадков

$$P_{3,83} = \frac{7{,}5 \cdot 10^{-3}}{(3{,}83/1)^{0,25}} = 5{,}36 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч};$$

• на время окончания работы ($\tau_{ок}$ = 3,83 + 7 = 10,83 ч)

$$P_{10,83} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{(10,83/1)^{0,25}} = 4,13 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч;}$$

• через 1 сутки (τ = 24 ч)

$$P_{24} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{(24,0/1)^{0,25}} = 3,39 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч;}$$

• через 10 суток (τ = 240 ч)

$$P_{240} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{(240/1)^{0,25}} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч;}$$

• через месяц (τ = 810 ч)

$$P_{1месяц} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{(810/1)^{0,25}} = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч;}$$

• через 1 год (τ = 8760 ч)

$$P_{1год} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{(8760/1)^{0,25}} = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/ч.}$$

6. По формуле (7) определим дозы внешнего облучения за рабочий день в приведенные выше временные интервалы.

$$D_{10,87} = 1,33 \cdot 10^{-3} (4,13 \cdot 7 - 5,36 \cdot 3,83) = 11,15 \text{ Гр.}$$

Доза облучения за 1 сутки, 10 суток и 1 год равна:

$$D_{24} = 13,3 \, P_1 = 13,3 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 99,75 \text{ мГр;}$$
$$D_{240} = 80,0 \, P_1 = 80,0 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 600,0 \text{ мГр;}$$
$$D_{1\,год} = 185 \, P_1 = 185 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 1387,5 \text{ мГр.}$$

7. Используя данные таблицы П. 13, найдем дозу внутреннего (ингаляционного) облучения населения города (R = 50 км) при запроектной аварии реактора РМБК-1000 (степень вертикальной устойчивости атмосферы – изотермия, скорость ветра $w_в$ = 3 м/с):

$$D_{внут} = 5,63 \cdot 10^{-2} \text{ Гр.}$$

8. Учитывая защищенность населения города и персонала предприятий от радиационного воздействия при нахождении

в защитных укрытиях, жилых домах и производственных зданиях, согласно данным таблицы П. 12, найдем

$$D_{погл} = D_{240} / 8 = 600 / 8 = 75 \text{ мГр}.$$

Поскольку полученное значение превышает нижний предел критерия принятия решения, равный 50 мГр, должно быть принято решение об эвакуации населения.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице 2. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы 2 исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Таблица 2 – Варианты заданий

№	Тип реактора	m_0 %	Время аварии	Облачность	$w_в$ м/с	R км
1	РБМК-1000	5	Ночь	Ясно	1	30
2	ВВЭР-440	5	Утро	Переменная	2	35
3	РБМК-1000	10	День	Сплошная	3	40
4	ВВЭР-440	10	Вечер	Ясно	4	45
5	РБМК-1000	15	Ночь	Переменная	5	50
6	ВВЭР-440	15	Утро	Сплошная	6	55
7	РБМК-1000	20	День	Ясно	7	60
8	ВВЭР-440	20	Вечер	Переменная	1	30
9	РБМК-1000	25	Ночь	Сплошная	2	35
10	ВВЭР-440	25	Утро	Ясно	3	40
11	РБМК-1000	30	День	Переменная	4	45
12	ВВЭР-440	30	Вечер	Сплошная	5	50
13	РБМК-1000	5	Ночь	Ясно	6	55

Окончание таблицы 2

14	ВВЭР-440	5	Утро	Переменная	7	60
15	РБМК-1000	10	День	Сплошная	1	30
16	ВВЭР-440	10	Вечер	Ясно	2	35
17	РБМК-1000	15	Ночь	Переменная	3	40
18	ВВЭР-440	15	Утро	Сплошная	4	45
19	РБМК-1000	20	День	Ясно	5	50
20	ВВЭР-440	20	Вечер	Переменная	6	55
21	РБМК-1000	25	Ночь	Сплошная	7	60
22	ВВЭР-440	25	Утро	Ясно	1	30
23	РБМК-1000	30	День	Переменная	2	35
24	ВВЭР-440	30	Вечер	Сплошная	3	40
25	РБМК-1000	12	Ночь	Ясно	4	45

Задание

На АЭС произошла запроектная авария реактора … с выбросом m_0 % активности. Расстояние до ближайшего города R км. Авария произошла …, при … облачности и скорости ветра $w_в$ м/с.

Оценить радиационную обстановку в городе и принять решение по защите населения.

Практическая работа 3

ОЦЕНКА РИСКА ПРИ АВАРИИ СО ВЗРЫВАМИ

Цель работы: познакомиться с разными типами моделей оценки аварийных рисков для людей и материальных ресурсов и научиться оценивать обстановку при аварийных взрывах.

Теоретические положения

Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях проводятся для заблаговременного принятия мер по предупреждению ЧС, смягчению их последствий, ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий. В результате оценки определяют:

- радиус зоны поражения;
- степень ущерба материальным ресурсам;
- степень травмирования людей;
- вероятность причинения ущерба людям и материальным ресурсам.

При прогнозировании последствий опасных явлений используют детерминистскую и вероятностную модели. В *детерминистской модели* определенной величине негативного воздействия поражающего фактора соответствует вполне конкретная степень поражения людей и материальных ресурсов (инженерно-технических сооружений). Например, при детерминистском способе прогнозирования поражающий эффект ударной волны определяется избыточным давлением во фронте ударной волны $\Delta P_ф$ (кПа), в зависимости от которого находится степень поражения людей и инженерно-технических сооружений. Этот подход отражают таблицы 1 и 2.

При использовании *вероятностной модели* подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер.

Таблица 1 – Действие избыточного давления ударной волны на человека

$\Delta P_ф$, 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	Летальный исход в 50 % случаев
> 300	Безусловное смертельное поражение

Таблица 2 – Зависимость степени разрушения зданий от избыточного давления во фронте ударной волны ($\Delta P_ф$ (кПа))

Объект	Степень 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

Примечание:

Слабые разрушения – повреждения или разрушения крыш, окон, дверных проемов, ущерб 10–15 % 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 разруше*ние – обрушение зданий.

При использовании *вероятностной модели* подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения $P_{пор}$ (эффект поражения) измеряется в долях единицы или % и определяется по функции Гаусса через пробит-функцию:

$$P_{пор} = f[Pr(D)],$$

где Pr – пробит-функция, которая в общем виде записывается как

$$Pr = a + b \ln D,$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, характеризующие степень опасности поражающего фактора; D – переменная, зависящая от уровня поражающего фактора.

В таблице 3 представлен вид пробит-функции для разных степеней поражения человека и разрушений зданий.

Таблица 3 – Вид пробит-функции при поражающем действии ударной волны

Степень поражения	Пробит-функция (Pr)
Поражение человека	
1. Разрыв барабанных перепонок	$Pr = -12{,}6 + 1{,}524 \ln \Delta P_{\phi}$
2. Контузия	$Pr = 5 - 5{,}74 \ln \left\{ \dfrac{4{,}2}{1 + \dfrac{\Delta P_{\phi}}{P_0}} + \dfrac{1{,}3}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}} \right\}$
3. Летальный исход	$Pr = 5 - 2{,}44 \ln \left\{ \dfrac{7{,}38}{\Delta P_{\phi}} + \dfrac{1{,}9 \cdot 10^3}{\Delta P_{\phi} \cdot I_{+}} \right\}$
Разрушение зданий	
1. Слабые разрушения	$Pr = 5 - 0{,}26 \ln \left\{ \left(\dfrac{4{,}6}{\Delta P_{\phi}} \right)^{3{,}9} + \left(\dfrac{0{,}11}{I_{+}} \right)^{5} \right\}$

Окончание таблицы 3

2. Средние разрушения	$\Pr = 5 - 0{,}26 \ln\left\{\left(\frac{17{,}5}{\Delta P_\phi}\right)^{8{,}4} + \left(\frac{0{,}29}{I_+}\right)^{9{,}3}\right\}$
3. Сильные разрушения	$\Pr = 5 - 0{,}22 \ln\left\{\left(\frac{40}{\Delta P_\phi}\right)^{7{,}4} + \left(\frac{0{,}46}{I_+}\right)^{11{,}3}\right\}$

В таблице 3 m – масса человека, кг; P_0 – атмосферное давление, кПа; I_+ – импульс фазы сжатия, кПа·с.

Для определения вероятности поражения через пробит-функцию используют таблицу 4.

Таблица 4 – Соотношение между значениями пробит-функции и вероятностью поражения

P, %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	–	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,64	6,75	6,88	7,05	7,19
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Для определения зависимости избыточного давления во фронте ударной волны от расстояния до эпицентра взрыва *конденсированного (твердого) взрывчатого вещества* часто используют формулу Садовского:

$$\Delta P_{\phi} = 95\frac{G_{тнт}^{1/3}}{R} + 390\frac{G_{тнт}^{2/3}}{R^2} + 1300\frac{G_{тнт}}{R^3}, \quad (1.1)$$

где R – расстояние до эпицентра взрыва; $G_{тнт}$ – тротиловый эквивалент взорвавшегося вещества, кг, определяется по формуле

$$G_{тнт} = \frac{Q_{вв}}{Q_{тнт}} G, \quad (1.2)$$

где $Q_{вв}$ и $Q_{тнт}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг; G – масса взорвавшегося конденсированного вещества, кг.

Импульс фазы сжатия (кПа·с) для конденсированного (твердого) взрывчатого вещества находится по формуле

$$I_{+} = \frac{0,4G_{тнт}^{2/3}}{\sqrt{R}}. \quad (1.3)$$

Для случая *взрыва парогазовоздушного облака* формула Садовского будет иметь вид

$$\Delta P_{\phi} = 81\frac{m_{пр}^{1/3}}{R} + 303\frac{m_{пр}^{2/3}}{R^2} + 505\frac{m_{пр}}{R^3}, \quad (1.4)$$

где $m_{пр}$ – приведенная масса пара или газа, участвующего во взрыве, кг, рассчитывается по формуле

$$m_{пр} = \frac{Q_{вв}}{Q_{тнт}} mZ, \quad (1.5)$$

где $Q_{вв}$ и $Q_{тнт}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг; m – масса газообразного вещества, поступившего в окружающее пространство, кг; Z – коэффициент участия горючих газов или паров в горении.

Импульс фазы сжатия (кПа·с) для взрыва парогазовоздушного облака находится по формуле

$$I_{+} = \frac{0,123m_{пр}^{2/3}}{\sqrt{R}}. \quad (1.6)$$

Остальные необходимые формулы для расчета параметров взрыва различных взрывчатых веществ (см. учебное пособие С.С. Тимофеева, Т.И. Дроздова «Теория горения и взрыва». Иркутск:

Изд-во ИрГТУ, 2007 г. и последующие издания этого учебного пособия).

Пример задачи: на складе взрывчатых веществ хранится октоген массой G = 50 000 кг. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Найти вероятность различных разрушений зданий механических мастерских и зданий в поселке.

Решение: найдем тротиловый эквивалент взорвавшегося октогена:

$$G_{тнт} = \frac{5860}{4520} 50\ 000 = 64\ 823\ кг.$$

Избыточное давление во фронте ударной волны на уровне механических мастерских (100 м от эпицентра):

$$\Delta P_{ф}^{100} = 95\frac{64\ 823^{1/3}}{100} + 390\frac{64\ 823^{2/3}}{100^2} + 1300\frac{64\ 823}{100^3} = 185{,}36\ кПа.$$

Полученная величина избыточного давления соответствует полному разрушению здания механических мастерских (см. таблицу 2).

Избыточное давление во фронте ударной волны на уровне поселка (500 м от эпицентра):

$$\Delta P_{ф}^{500} = 95\frac{64\ 823^{1/3}}{500} + 390\frac{64\ 823^{2/3}}{500^2} + 1300\frac{64\ 823}{500^3} = 10{,}8\ кПа.$$

Определим вероятность разрушений зданий в поселке по пробит-функции, предварительно рассчитав импульс фазы сжатия:

$$I_{+} = \frac{0{,}4 \cdot 64\ 823^{2/3}}{\sqrt{500}} = 29\ кПа \cdot с.$$

Таким образом, определим вероятность слабых разрушений:

$$\Pr = 5 - 0{,}26\ln\left\{\left(\frac{4{,}6}{10{,}8}\right)^{3{,}9} + \left(\frac{0{,}11}{29}\right)^{5}\right\} = 5{,}86.$$

По таблице 4 значению пробит-функции равной 5,86 соответствует вероятность слабых разрушений 81 %.

Для средних разрушений:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln \left\{ \left(\frac{17,5}{10,8} \right)^{8,4} + \left(\frac{0,29}{29} \right)^{9,3} \right\} = 3,95.$$

По таблице 4 значению пробит-функции равной 3,95 соответствует вероятность средних разрушений 14 %.

Для сильных разрушений:

$$Pr = 5 - 0,22 \ln \left\{ \left(\frac{40}{10,8} \right)^{7,4} + \left(\frac{0,46}{29} \right)^{11,3} \right\} = 2,87.$$

По таблице 4 значению пробит-функции равной 2,87 соответствует вероятность сильных разрушений 2 %.

Вывод: в результате взрыва октогена на складе взрывчатых веществ в поселке, расположенном на расстоянии 500 м от склада, будут преимущественно слабые разрушения зданий, сопровождающиеся повреждением или разрушением крыш, окон, дверных проемов.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения к работе.
2. Разобрать приведенный пример решения задачи.
3. Получить задание от преподавателя, при решении задачи обратить внимание на указания к решению, приведенные после условия задачи.
4. Выполнив задание, оформить отчет и сделать вывод о вероятности поражения людей и материальных ресурсов в анализируемой ситуации.

Задания к практической работе

Задача 1

Рассчитать вероятность различных разрушений зданий при выходе в атмосферу пропана, хранящегося в сферической емкости объемом 600 м^3 при температуре окружающей среды 20 °С. Здания находятся на расстоянии 500 м от резервуара. Плотность

сжиженного пропана 530 кг/м^3, степень заполнения емкости – 80 % по объему. Удельная теплота сгорания пропана $4{,}6 \cdot 10^4$ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг. Считать, что в течение времени, необходимого для выхода сжиженного газа из емкости, весь пропан испаряется.

Указания к решению задачи. Перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Обратите внимание на единицы измерения параметров в формуле и в исходных данных, для решения задачи необходимо их соответствие друг другу, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Задача 2

На производственном объекте бензин хранится в наружном резервуаре объемом 500 м^3 на бетонном поддоне площадью 400 м^2. На расстоянии 50 м от резервуара находится здание диспетчерской. Определить возможную степень разрушения здания диспетчерской в случае аварии с разрушением резервуара. Принять температуру окружающей среды равной 27 °С, плотность жидкого бензина – 740 кг/м^3, молекулярная масса бензина – 94 кг/кмоль, скрытая теплота кипения бензина ($L_{кип}$ или $L_{исп}$) – 287 300 Дж/кг, температура кипения бензина – 413 К, степень заполнения емкости с бензином – 80 % по объему, удельная теплота сгорания бензина $4{,}62 \cdot 10^4$ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Указания к решению задачи. Перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПГВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы, приведен-

ные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047–98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Задача 3

На складе взрывчатых веществ хранится октоген массой G = 50 000 кг. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Рассчитать радиусы зон летального поражения и безопасной для человека. Рассчитайте вероятность гибели персонала на границе зоны летального поражения.

Указания к решению задачи. Воспользуйтесь графическим способом решения (график в координатах $\Delta P_ф$, кПа (R, м)).

Задача 4

Оценить вероятность разной степени травмирования человека, находящегося на расстоянии 20 м от баллона с пропаном при взрыве этого баллона. Емкость баллона 10 м^3, температура окружающей среды 28 ^{o}C, плотность пропана 530 кг/м^3, удельная теплота сгорания пропана $4{,}6 \cdot 10^4$ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг.

Указания к решению задачи. Перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*.

Задача 5

Рассчитать избыточное давление и импульс фазы сжатия при выходе в атмосферу бензина, хранящегося в сферической емкости объемом 50 м^3 при температуре воздуха 25 °С, емкость заполнена на 95 %, плотность бензина 740 кг/м^3, его молекулярная масса 94 кг/кмоль, температура кипения бензина 377 °С, скрытая теплота кипения бензина ($L_{кип}$ или $L_{исп}$) – 287 300 Дж/кг. Оценить вероятность разрушения деревянных строений, находящихся на расстоянии 500 м от емкости, при разрушении емкости и взрыве, образовавшегося ПГВ облака.

Указания к решению задачи. Перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПГВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы, приведенные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047–98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Практическая работа 4

Прогнозирование и оценка обстановки при авариях, сопровождающихся пожарами

Цель работы: освоить методику прогнозирования обстановки при авариях, сопровождающимися пожарами.

Основные положения

Основным поражающим фактором пожаров является термическое воздействие, обусловленное тепловым излучением пламени. Термическое воздействие определяется величиной плотности потока поглощенного излучения $q^{погл}$ (кВт/м^2) и временем теплового излучения τ (с).

Плотность потока поглощенного излучения $q^{погл}$ связана с плотностью потока падающего излучения $q^{пад}$ соотношением $q^{погл} = \varepsilon q^{пад}$, где ε – степень черноты (поглощательная способность) тепловоспринимающей поверхности. Чем ниже степень черноты (больше отражательная способность), тем меньше при прочих равных условия величина $q^{погл}$ (далее q, кВт/м^2).

Человек ощущает сильную («едва переносимую») боль, когда температура верхнего слоя кожи превышает 45 °С. Время достижения «порога боли» τ (с), определяется по формуле

$$\tau = (35/q)^{1,33}. \qquad (1)$$

Различают три степени термического ожога кожи человека (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика степеней ожога кожи человека

Степень ожога	Повреждаемый слой	Характеристика	Доза воздействия qτ, кДж/м^2
I	Эпидермис	Покраснение кожи	Менее 42
II	Дерма	Волдыри	42 – 84
III	Подкожный слой	Летальный исход при поражении более 50 % кожи	Более 84

Время воспламенения горючих материалов τ (с) при воздействии на них теплового потока плотностью q (кВт/м^2), определяется по формуле

$$\tau = A \Big/ \left(q - q_{кр}\right)^n, \qquad (2)$$

где $q_{кр}$ – критическая плотность теплового потока, кВт/м^2; A, n – константы для конкретных материалов (например, для древесины A = 4300, n = 1,61).

Значения $q_кр$ для разных материалов и результаты расчета по формуле (2) приведены в таблице 2.

При использовании детерминированного подхода к определению степени термического поражения можно использовать приведенные ниже значения плотности теплового потока:

- 37 кВт/м^2 – разрушение соседних емкостей, зона смертельного поражения (вероятность смертельного исхода 90 % при длительности экспозиции 30 сек);
- 12 кВт/м^2 – воспламенение деревянных конструкций, зона сильных ожогов (вероятность смертельного исхода 15 %, вероятность ожогов второй степени 50 % при длительности экспозиции 30 сек);
- 10,5 кВт/м^2 – обгорание краски на окрашенных металлических конструкциях, обугливание деревянных конструкций, воспламенение резины, одежды и тканей при длительном тепловом воздействии;
- 8,4 кВт/м^2 – вспучивание краски на окрашенных металлических конструкциях, разложение деревянных конструкций, обугливание резины, одежды и тканей при длительном тепловом воздействии;
- 4 кВт/м^2 – безопасные для объектов расстояния, зона слабого поражения людей (вероятность ожогов первой степени 10 % при длительности экспозиции 30 сек).

Таблица 2 – Критические тепловые
нагрузки ($q_{кр}$) и время воспламенения (τ, с)
при различной плотности теплового потока

Вещество, материал	$q_{кр}$, кВт/м²	Плотность теплового потока, кВт/м²				
		20	50	100	150	200
Солома	7,0	70,3	10,2	2,9	1,4	0,91
Пенопласт	7,40	73,7	10,3	2,9	1,5	0,91
Хлопок-волокно	7,50	74,7	10,4	2,9	1,5	0,92
Х/б ткани	8,37	83,9	10,7	3,0	1,5	0,92
Торф кусковой	9,8	103,6	11,4	3,1	1,5	0,93
Картон серый	10,8	122,4	11,8	3,1	1,5	0,94
Картон фибровый	10,88	124,1	11,9	3,1	1,5	0,94
Темная древесина, ДСП	12,56	172,3	12,7	3,2	1,5	0,96
Бензин А-66	12,6	173,8	12,8	3,2	1,6	0,96
Древесина сосновая	12,8	181,5	12,9	3,3	1,6	0,96
Резина	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Битумная кровля	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Пластик слоистый	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	0,97
Фанера	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	0,97
Бензин А-78	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	0,98
Древесина крашеная	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	0,99
Древесина обугленная	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	1,0

При воздействии на людей открытого пламени вероятность их смертельного поражения, как правило, принимается равной единице.

При пожарах в резервуарных парках наибольшую опасность представляет термическое воздействие на соседние резервуары. Оно может вызвать как взрыв резервуара (с возможным образованием огненного шара), так и их повреждение с последующей утечкой и возгоранием содержимого (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимость времени воспламенения τ резервуара с нефтепродуктами от величины плотности потока теплового излучения q

q, кВт/м^2	34,9	27,6	24,8	21,4	19,9	19,5
τ, с	5	10	15	20	29	более 30

При применении вероятностного подхода к определению поражающего фактора теплового воздействия на человека значения $P_{пор}$ определяются по таблице 3 из работы 1 с использованием следующих выражений для пробит-функции Pr (таблица 4).

Таблица 4 – Выражения пробит-функций при различных степенях термического поражения человека

Степень поражения	Формула пробит-функции
Ожог первой степени	$-4{,}09 + 3{,}0186 \cdot \ln(q^{4/3}\tau)$
Ожог второй степени	$-12{,}43 + 3{,}0186 \cdot \ln(q^{4/3}\tau)$
Летальное поражение	$-9{,}5 + 2{,}56 \cdot \ln(q^{4/3}\tau)$
Примечание. q – кВт/м^2; τ – сек.	

Время термического воздействия τ (с) для случаев пожара разлития и горения здания (сооружения, штабеля и т. п.) равно

$$\tau = \tau_0 + x/u\,, \qquad (3)$$

где τ_0 – характерное время обнаружения пожара (допускается принимать 5 с); x – расстояние от места расположения человека до зоны, где плотность потока теплового излучения не превышает 4 кВт/м^2, м; u – скорость движения человека (допускается принимать 5 м/с).

Для случая огненного шара время термического воздействия принимается равным времени существования огненного шара.

1. Пожар разлития

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

Если поддон или обваловка имеют вертикальный внутренний откос, то глубину заполнения h (м) можно найти по формуле

$$h = m_{ж} / \left(\rho_{ж} F_{под} \right), \quad (4)$$

где $m_{ж}$, $\rho_{ж}$ – масса и плотность разлившейся жидкости; $F_{под}$ – 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 канавы и т. п.), а если такая информация отсутствует, то толщина разлившегося слоя принимается равной h = 0,05 м и определяется площадь разлива $F_{раз}$ (м^2) по формуле

$$F_{раз} = m_{ж} / \left(h \cdot \rho_{ж} \right). \quad (5)$$

Отличительной чертой пожаров разлития является «накрытие» (рисунок 1) с подветренной стороны, которое может составлять 25–50 % диаметра обвалования ($D = 2r = \sqrt{4F_{раз} / \pi}$).

Пламя пожара разлития при расчете представляется в виде наклоненного по направлению ветра цилиндра конечного размера (см. рисунок 1), причем угол наклона θ зависит от безразмерной скорости ветра $W_в$:

$$\cos\theta = 0,75 \cdot W_в^{-0,49}. \quad (6)$$

Геометрические параметры факела пожара разлития находятся по формуле Томаса

$$\frac{L}{D} = a \left(\frac{m_{выг}}{\rho_в \sqrt{gD}} \right)^b W_в^C. \quad (7)$$

Здесь $W_в = w\left(m_{выг} gD / \rho_п \right)^{-1/3}$ – безразмерная скорость ветра; $m_{выг}$ – массовая скорость выгорания, кг/(м^2·с); $\rho_п$,$\rho_в$ – плотность пара и воздуха, соответственно, кг/м^2; g – ускорение силы тяжести, м/с^2 ; D – диаметр зеркала разлива, м; w – скорость ветра, м/с.

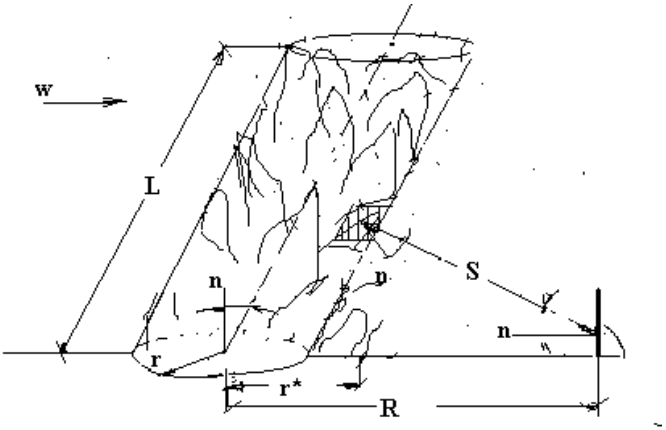


Рисунок 1 – Расчетная схема пожара разлития

Эмпирические коэффициенты в формуле Томаса (a = 55; b = 0,67 и C = -0,21) получены по результатам экспериментов, выполненных для широкого диапазона изменения параметров:

$$10^{-3} \le L/D \le 10;\ 10^{-6} \le \frac{m_{выг}}{\rho_в \sqrt{gD}} < 10^{-2}.$$

Скорость выгорания жидкостей определяют, как правило, экспериментально. Для экспертной оценки скорости выгорания $m_{выг,}$ (кг/(м^2·с)) можно воспользоваться эмпирической формулой

$$m_{выг} = C \cdot \rho_{ж} \cdot Q_H^P / L_{исп}, \qquad (8)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3; $Q_н^p$ – низшая теплота сгорания топлива, Дж/кг; $L_{исп}$ – скрытая теплота испарения жидкости, Дж/кг; C – коэффициент пропорциональности, значение которого, равное $1{,}25 \cdot 10^{-6}$ м/с, получено путем обработки многочисленных экспериментальных данных по выгоранию большинства органических жидкостей и их смесей (рисунок 2).

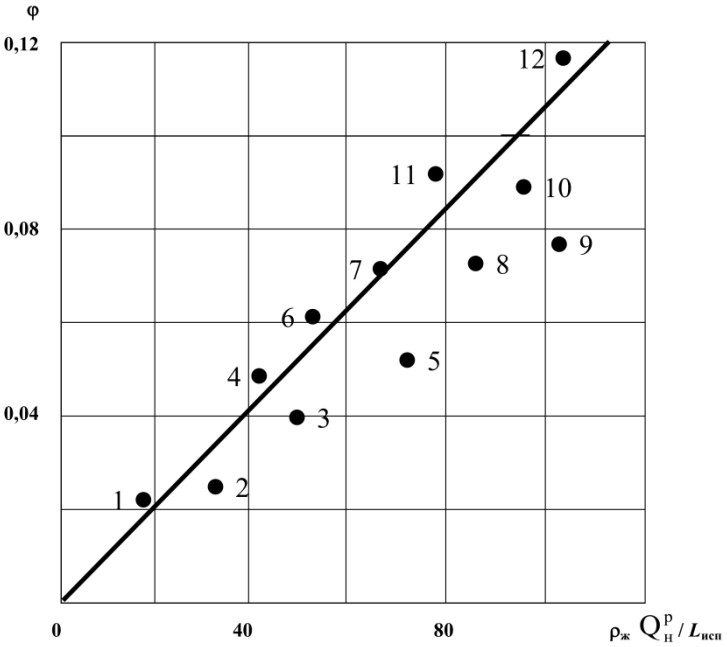


Рисунок 2 – Обобщение экспериментальных данных по скорости выгорания различных жидкостей: 1 – метанол; 2 – диэтилентриамин; 3 – ацетон; 4 – диметилгидрозин; 5 – ракетное топливо; 6 – ксилол; 7 – бензин; 8 – бензол; 9 – гексан; 10 – бутан; 11 – сжиженный природный газ; 12 – сжиженный нефтяной газ

Плотность теплового потока, падающего на элементарную площадку, расположенную на уровне грунта, $q^{пад}$ (кВт/м^2) вычисляется по формуле

$$q^{пад} = q^{соб} \cdot \phi \cdot \exp\left[-7{,}0 \cdot 10^{-4}\left(R - r\right)\right], \qquad (9)$$

где ϕ – угловой коэффициент излучения с площадки на боковой поверхности пламени пожара разлива на единичную площадку, расположенную на уровне грунта (рисунок 3), определяемый по графику на рисунке 1; $q^{соб}$ – средняя по поверхности плотность потока собственного излучения пламени, кВт/м^2.

Для ориентировочных расчетов можно принять значения $q^{соб}$ (кВт/м^2), приведенные в таблице 5.

Таблица 5 – Значения $q^{соб}$ (кВт/м^2) для ряда веществ

Вещества	$q^{соб}$, (кВт/м^2)	Вещества	$q^{соб}$, (кВт/м^2)
Сжиженный природный газ (метан)	150…170	Нефть	60…80
Сжиженный нефтяной газ	50…60	Мазут	50…70
Бензин	120…140	Керосин	80...100

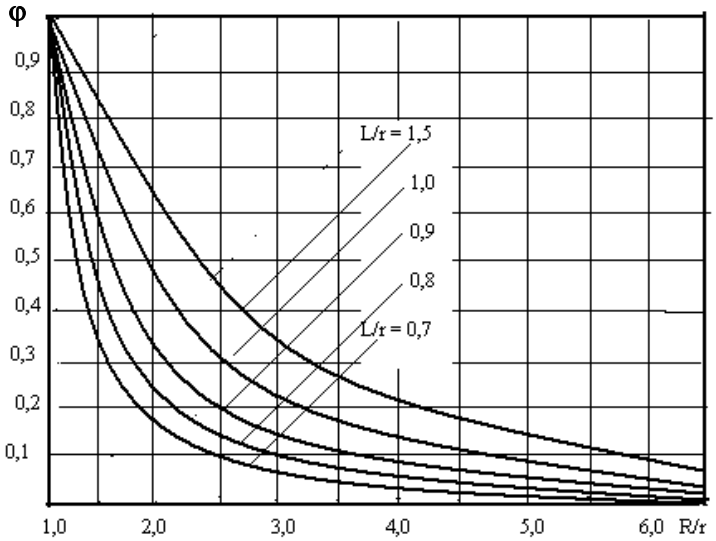


Рисунок 3 – Зависимость углового коэффициента излучения φ с цилиндрического пламени пожара разлития на элементарную площадку от R/r

Задача 1

На нефтеперекачивающей станции расположен резервуар РВС = 20 000 в обваловке, имеющей квадратную форму со стороной a = 80 м. Высота обваловки рассчитана на удержание всего объема

нефти, находящейся в резервуаре, при аварийном разлитии. Радиус резервуара $R_{рез}$ = 22,81 м, высота $H_{рез}$ = 11,9 м. Фактический объем резервуара $V_{факт}$ = 19 450 м^3, объем нефти при заполнении резервуара на 80 % равен $V_{неф}$ = 0,8·19 450 = 15 560 м^3.

В результате разрушения резервуара и разлива нефти возник пожар. Скорость ветра равна 3 м/с.

Определить размеры безопасной для персонала зоны.

Решение

1. По условию при полном разрушении резервуара нефть полностью заполняет обваловку, имеющую площадь $F_{обв}$,

$$F_{обв} = a^2 = 80^2 = 6400 \text{ м}^2.$$

2. Найдем геометрические размеры пламени пожара разлития, условно принимаемого в виде наклонного цилиндра, предварительно определив:

• диаметр зеркала разлива

$D = \sqrt{4F_{обв} / \pi} = \sqrt{4 \cdot 6400 / 3{,}14} = 90$ м;

r = 90/2 = 45 м;

• плотность паров нефти заимствуем из примера 3 работы 1:

$\rho_{п}$ = 9,9 кг/м^3;

• безразмерную скорость ветра (при $m_{выг}$ = 0,04 кг/(м^{2}с))

$W_{в}$ = 3,0 (0,04·9,8·90 / 9,9) $^{-1/3}$ = 1,96.

Теперь по формуле (7) найдем

$$\frac{L}{D} = 55\left(\frac{0{,}04}{1{,}29\sqrt{9{,}8 \cdot 90}}\right)^{0{,}67} 1{,}96^{-0{,}21} = 0{,}48,$$

то есть высота пламени пожара разлития составит

$$L = 90 \cdot 0{,}48 = 43 \text{ м}.$$

3. По формуле (6) определим косинус угла наклона пламени пожара разлития:

$$\cos \theta = 0{,}75\ 1{,}97^{-0{,}49} = 0{,}53,$$

то есть $\theta = 58^0$.

4. Плотность потока теплового излучения пламени пожара разлития, падающего на элементарную площадку, найдем по формуле (9), определяя угловые коэффициенты излучения ϕ по графику на рисунке 3 для различных расстояний R от центра пламени (результаты расчетов сведены в таблицу), приняв для простоты расчета линию, соответствующую $L/r = 43/45 \approx 1$:

R/r	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
ϕ	1,0	0,74	0,48	0,30	0,20	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07.

По формуле (9) на разных расстояниях от границы пламени плотности падающего теплового потока при $q^{соб} = 60$ кВт/м^2 будут равны

R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
$q^{пад}$, кВт/м^2.	60	43	28	17	12	8,3	7,1	5,4	4,2	3,6

Из результатов расчетов следует, что безопасным для персонала будет расстояние от обваловки $R = 250$ м, где плотность падающего теплового потока $q^{пад}$ будет меньше 4,0 кВт/м^2.

5. Вероятность летального поражения человека тепловым излучением $P_{пор}$ на разных расстояниях от границы пламени найдем по таблицы 3 из работы 3, определив величину пробит-функции по формуле (3) в таблице 4 работы 3.

R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
Pr	14	12,8	11	9,1	7,5	6,3	4,7	3,2	1,5	1,0
$P_{пор}$,%	100	100	100	100	99,4	90	38	4	0	0

Как видно из данных расчетов, радиус зоны безопасности (0 % погибших) равен примерно 225 м от границ пламени, что примерно соответствует значению, полученному при использовании детерминированного подхода.

2. Горение парогазовоздушного облака

Крупномасштабное диффузионное горение парогазовоздушного (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/м^2) равна

$$q^{пад} = q^{соб}\phi \cdot \exp\left[-7{,}0 \cdot 10^{-4}\left(\sqrt{X^2 + H^2} - D_{эф}/2\right)\right], \qquad (10)$$

где $q^{соб}$ – плотность потока собственного излучения «огненного шара», кВт/м^2 (допускается принимать равной 450 кВт/м^2); φ – угловой коэффициент излучения с «огненного шара» на единичную площадку на облучаемой поверхности; X – расстояние от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» до облучаемого объекта, м; H – высота центра «огненного шара», м, которую допускается принимать равной $0{,}5D_{эф}$; $D_{эф}$ – эффективный диаметр «огненного шара», м, определяемый по формуле

$$D_{эф} = 5{,}33 \cdot m^{0{,}327}, \qquad (11)$$

где m – масса горючего вещества, кг.

Угловой коэффициент излучения с «огненного шара» на единичную площадку на облучаемой поверхности при H = 0,5 $D_{эф}$ определяется по формуле

$$\phi = \frac{1}{4\left[1 + \left(X / D_{эф}\right)^2\right]^{1,5}}. \qquad (12)$$

Время существования «огненного шара» τ (с) рассчитывается по формуле

$$\tau = 0{,}92 \cdot m^{0{,}303}. \qquad (13)$$

Рассчитав значения $q^{пад}$ и τ по формулам (10) и (13), несложно по формуле (3) в таблице 4 работы 3 определить величину пробит-функции, а по таблице 3 из работы 3 вероятность летального исхода при термическом поражении $P_{пор}$.

Задача 2

Для условий задачи 1 принять, что источник зажигания в обваловке ($F_{обв}$ = 6400 м^2) отсутствует и нефть испаряется с образованием паровоздушного облака, которое воспламеняется с образованием огненного шара. Температура воздуха $t_в$ = 30 °С.

Определить вероятность летального поражения людей, находящихся на различных расстояниях от центра огненного шара.

Решение

1. По формуле (23) работы 3 найдем давление насыщенных паров нефти (M = 240 кг/кмоль, $L_{кип}$ = 345400 Дж/кг, $t_{кип}$ = 57 °С),

$$P_{нас} = 101,3\, exp\left[345400 \cdot 240 \left(\frac{1}{57+273} - \frac{1}{30+273} \right) / 8310 \right] = 6,9 \text{ кПа}.$$

2. Интенсивность испарения нефти по формуле (22) работы 1 равна

$$W = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 6,9 \cdot \sqrt{240} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ кг/ (м}^2\text{с)}.$$

3. Принимая время испарения нефти равным τ = 3600 с, найдем массу поступивших в атмосферу паров нефти по формуле (21) работы 1

$$m = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 6400 \cdot 3600 = 2534 \text{ кг}.$$

4. По формуле (11) найдем эффективный диаметр огненного шара $D_{эф}$:

$$D_{эф} = 5,33 \cdot 253^{0,327} \approx 69 \text{ м}.$$

5. Время существования «огненного шара» τ найдем по формуле (13):

$$\tau = 0,92 \cdot 2534^{0,303} \approx 10 \text{ с}.$$

6. По формуле (12) найдем угловые коэффициенты излучения с огненного шара на элементарную площадку на поверхности мишени (человека), находящейся на расстояниях X, равном 100, 150 и 200 м от центра огненного шара (при H = 0,5 $D_{эф}$). Результаты расчетов сведем в таблицу.

X, м	100	150	200
φ	0,046	0,018	0,0087

7. По формуле (10) найдем значения плотности теплового потока падающего излучения на указанных выше расстояниях от центра «огненного шара», принимая $q^{соб} = 450$ кВт/м^2.

X, м	100	150	200
$q^{пад}$, кВт/м^2	20	7,5	3,4

Как видно из приведенных результатов, безопасное расстояние для человека от центра составляет примерно 200 м.

Определим вероятность летального поражения людей, используя формулу (3) в таблице 4 работы 3 для определения пробит-функции и таблицы 3 работы 3 для нахождения $P_{пор}$. Результаты расчетов представлены ниже:

X, м	100	150	200
Pr	6,6	3,2	0,56
$P_{пор}$,%	95	4	0

Варианты исходных данных взять из таблицы 2, принимая, что источник зажигания в обваловке отсутствует, и жидкость испаряется с образованием паровоздушного облака, которое воспламеняется с образованием «огненного шара».

Построить зависимость вероятности летального поражения людей от расстояния от центра огненного шара.

3. Горение одиночных зданий и промышленных объектов

Расчет протяженности зон теплового воздействия R (м) при горении зданий и промышленных объектов производится по формуле

$$R = 0,282R\sqrt{\frac{q^{соб}}{q_{кр}}}, \qquad (14)$$

где $q^{соб}$ – плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м^2, (таблица 6); $q_{кр}$ – критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность

и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м^2, (таблица 7); R` – приведенный размер очага горения, м, равный $\sqrt{Lh}$ – для горящих зданий, (1,75…2,0) $\sqrt{Lh}$ – для штабеля пиленого леса и $0{,}8D_{рез}$ – для горения нефтепродуктов в резервуаре; L, h – длина со стороны горения и высота объекта горения, м; $D_{рез}$ – диаметр резервуара, м.

Таблица 6 – Теплотехнические характеристики материалов и веществ

Вещества, материалы	Массовая скорость выгорания, $V_{выг}$, кг/(м^{2}с)	Теплота горения, Q_v, кДж/кг	Плотность потока пламени пожара, $q^{соб}$, кВт/м^2
Ацетон	0,047	28 400	120
Бензол	0,08	30 500	0
Бензин	0,05	44 000	2500
Керосин	0,05	43 000	1780–2200
Мазут	0,013	40 000	1520
Нефть	0,02	43 700	1300
Древесина	0,015	19 000	874
Каучук натуральный	0,013	42 000	260
Пиломатериалы	0,017	14 000	460–150

Образующиеся при пожаре продукты горения (или выделяющиеся в атмосферу находящиеся в зоне горения ОХВ) распространяются по направлению ветра, образуя зону задымления (заражения).

Глубину зоны задымления $Г$, м, определяют по формуле

$$Г = \frac{34,2}{k_1}\left(\frac{M}{k_2 w D}\right)^{2/3}, \qquad (15)$$

где M – масса токсичных продуктов, кг; D – пороговая или летальная токсодоза, мг·мин/л; w – скорость ветра, м/с; k_1 – коэффициент шероховатости подстилающей поверхности, равный 1 – для открытой поверхности; 2 – для степной растительности и с/х

угодий; 2,5 – для кустарников и 3,3 – для леса и городской застройки; k_2 – коэффициент степени вертикальной устойчивости атмосферы, равный 1 – для инверсии; 1,5 – для изотермии и 2 – для конвекции.

Таблица 7 – Значение времени (с) теплового облучения, вызывающего поражающий эффект, при различных критических значениях плотности потока падающего излучения

$q_{кр}$, кВт/м^2	Ожог человека		Возгорание ГЖ	Возгорание ЛВЖ	Возгорание древесины
	I степени	II степени			
40	Менее 1,0	Менее 1,0	180	–	–
35	Менее 1,0	Менее 1,0	–	180	–
30	1,0	2,0	–	–	240
20	2,0	3,0	–	–	600
15	4,0	5,0	–	–	–
10	6,0	9,0	–	–	–
5	16	25	–	–	–
4,2	20	40	–	–	–
1,5	Безопасно	Безопасно	–	–	–

Примечания.
1) ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т. п.);
2) ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости (ацетон, бензол, спирт).

Значения токсодоз некоторых ОХВ приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения токсодоз некоторых ОХВ

ОХВ	Токсодоза, мг·мин/л	
	летальная, $D_{лет}$	пороговая, $D_{пор}$
Аммиак,	60	18
Угарный газ CO	60	25
Оксид азота NO_x	3	1,5
Диоксид серы SO_3	70	1,8
Фосген	6	0,2
Хлор	6	0,6

Задача 3

Во время пожара на деревянном складе произошла разгерметизация емкости с хлором и утечка M = 300 кг газообразного хлора.

Характер местности – промышленная зона (городская застройка), степень вертикальной устойчивости атмосферы – инверсия, скорость ветра – 3 м/с.

Определить наибольшее безопасное по термическому воздействию на человека расстояние от горящего здания размером 10×5×3 м и размеры зон порогового и летального поражения.

Решение

Безопасное для человека расстояние от горящего здания определим по формуле (14), принимая приведенные размеры очага поражения равными со стороны длины склада – $R`_1 = \sqrt{10 \cdot 3} = 5{,}48$ м, со стороны ширины склада – $R`_2 = \sqrt{5 \cdot 3} = 3{,}87$ м. Плотность потока собственного излучения пламени пожара для древесины находим по таблице 6 – $q^{соб} = 260$ кВт/м^2, а критическую плотность потока излучения пламени пожара, безопасную для человека, по таблице 7 – $q_{кр} = 1{,}5$ кВт/м^2:

$$R_1 = 0{,}282 \cdot 5{,}48 \cdot \sqrt{\frac{260}{1{,}5}} \approx 20 \text{ м};$$

$$R_2 = 0{,}282 \cdot 3{,}87 \cdot \sqrt{\frac{260}{1{,}5}} \approx 14 \text{ м},$$

то есть наибольшее безопасное расстояние, равное 20 м, будет со стороны длины склада.

Размеры зон токсического поражения определим по формуле (15), принимая $k_1 = 3{,}3$ (городская застройка), $k_2 = 1$ (инверсия), $D_{пор} = 0{,}6$ мг·мин/л и $D_{лет} = 6{,}0$ мг·мин/л (для хлора):

$$\Gamma_{пор} = \frac{34{,}2}{3{,}3}\left(\frac{300}{1{,}0 \cdot 3{,}0 \cdot 0{,}6}\right)^{2/3} = 313{,}87 \text{ м};$$

$$\Gamma_{лет} = \frac{34{,}2}{3{,}3}\left(\frac{300}{1{,}0 \cdot 3{,}0 \cdot 6{,}0}\right)^{2/3} = 15{,}2 \text{ м}.$$

4. Пожар в населенном пункте и на промышленных объектах

Пожарная обстановка в населенных пунктах определяется исходя из характеристики застройки, огнестойкости зданий и категории пожарной опасности объектов.

Степень огнестойкости зданий и сооружений зависит от устойчивости их основных конструкций в условиях воздействия высоких температур при пожаре.

Для зданий, согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», установлено пять степеней огнестойкости:

I степень – предел огнестойкости несущих элементов (ПОНЭ) не менее 2 ч;

II степень – ПОНЭ не менее 1,5 ч;

III степень – ПОНЭ не менее 45 мин;

IV степень – ПОНЭ не менее 15 мин;

V степень – ПОНЭ не нормируется.

Следует учитывать вероятность возникновения пожаров при взрывах в случае повреждения газовых и электрических сетей при избыточном давлении на фронте ударной волны ΔP_ϕ = (30–40) кПа в зданиях I и II степени огнестойкости и ΔP_ϕ = (20…30) кПа в зданиях IV и V степени огнестойкости.

Категория пожарной опасности помещений на объекте устанавливается исходя из характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов, обращающихся (хранящихся, транспортируемых, перерабатываемых и т. д.) на производстве (таблица 9).

Отнесение помещения к той или иной пожароопасной категории В1–В4 (таблица 10) производится по величине удельной пожарной нагрузки q, МДж/м^2, определяемой по формуле

$$q = Q/S, \qquad (16)$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м^2 (но не менее 10 м^2); $Q = \sum G_j Q^p_{н,j}$ – пожарная нагрузка, МДж; G_j – количество j-го материала пожарной нагрузки, кг; $Q^p_{н,j}$ – низшая теплота сгорания j-го материала пожарной нагрузки, МДж/кг (таблица 11).

Таблица 9 – Категорирование помещений
по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А – взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 ºС в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б – взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 ºС, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1–В4 – пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица 10 – Категорирование помещений по пожароопасности

Категория	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж/м^2	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	Допускается несколько участков с пожарной нагрузкой, не превышающей указанных значений
В3	181–1400	То же
В4	1–180	На любом участке площадью 10 м^2

Таблица 11 – Теплота сгорания пожароопасных материалов

Материал или вещество	Низшая теплота сгорания, кДж/кг	Материал или вещество	Низшая теплота сгорания, кДж/кг
Алюминий	31 087	Кремний	32 430
Ацетон	31 360	Магний	25 140
Бензин	45 700	Полиэтилен	46 582
Бензол	30 630	Толуол	40 936
Бумага	20 000	Резина	27 000
Дерево	19 000	Фенол	31 790
Керосин	42 900	Этанол	30 608

Плотность застройки объекта (населенного пункта) $П$ (%) определяется по формуле

$$П = 100 \cdot S_{зд} / S_p, \quad (17)$$

где $S_{зд}$ – площадь, занимаемая зданиями, м^2; S_p – площадь, занимаемая объектом, м^2.

Продолжительность пожара $\tau_{пож}$, ч равна

$$\tau_{пож} = m/\left(S_{об} \cdot V_{выг}\right), \quad (18)$$

где m – масса горючего вещества, кг; $S_{об}$ – площадь объекта, м^2; $V_{выг}$ – массовая скорость выгорания, кг/(м^2·с), определяемая по таблице 6.

Скорость распространения пожара зависит от топографических и климатических условий, скорости ветра и влажности воздуха.

Ориентировочно можно принять, что в населенных пунктах с деревянной застройкой скорость распространения пожара при скорости ветра $w_в$ = (3...4) м/с составляет $V_{пож}$ = 150...300 м/ч при времени развития пожара $\tau_{пож}$ = 0,5 ч. В населенных пунктах с каменными зданиями при той же скорости ветра – $V_{пож}$ = 60...120 м/ч.

Номограмма, связывающая вероятность распространения пожара P (%) и плотность застройки $П$ (%), представлена на рисунке 4.

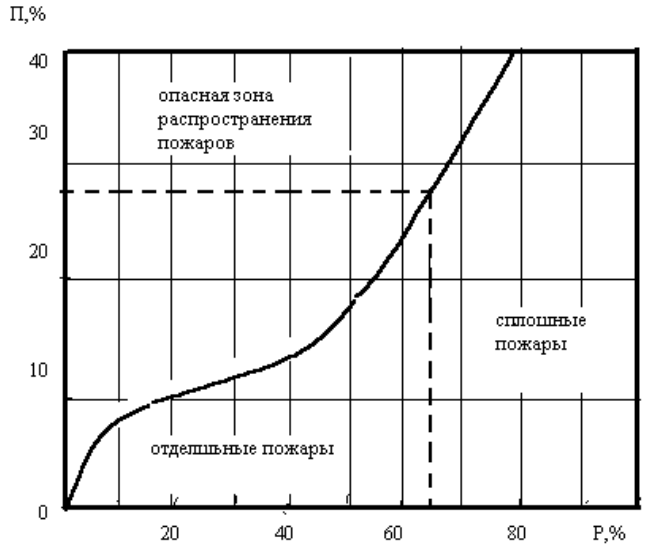


Рисунок 4 – Номограмма для определения вероятности (Р) распространения пожара по плотности застройки (П)

Задача 4

В населенном пункте, занимающем площадь $S_р$ = 75 км^2, возник очаг пожара среди деревянных зданий площадью $S_{пож}$ = 10000 м^2 (масса горючего материала 2500 т). Площадь застройки населенного пункта $S_з$ = 30 км^2.

Оценить вероятность распространения пожара в населенном пункте и возможную его продолжительность.

Решение

1. Плотность застройки поселка по формуле (17) равна

$$П = 100 \cdot 30 / 75 = 40 \ (\%).$$

2. Вероятность распространения пожара найдем по номограмме на рисунке 4:

$$P = 78 \ (\%).$$

3. Возможная продолжительность пожара при $V_{выг}$ = 0,015 кг/(м^{2}с) по формуле (18) составит

$$\tau_{пож} = \frac{2\ 500\ 000}{10\ 000 \cdot 0,015} = 16\ 700(c) = 4,63 \ \text{ч}.$$

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.
2. Выбрать вариант задания по таблице вариантов. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.
3. Выписать из таблицы исходные данные.
4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.
5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить его у преподавателя.

Задачи 1 и 2. Оценка последствий пожара разлития

В резервуарном парке расположены резервуары с … в обваловках, имеющих высоту $h_{об}$, м. Радиус резервуара $R_{рез}$, м, высота $H_{рез}$, м. Резервуар заполнен жидкостью на 80 %. В результате разрушения резервуара и разлива жидкости возник пожар.

Используя данные таблицы 12, определить размеры безопасной для персонала зоны. Существует ли опасность воспламенения соседнего резервуара, обваловка которого примыкает к обваловке аварийного резервуара?

Таблица 12 – Варианты заданий

Горючая жидкость	M кг/кмоль,	$T_{кип}$, °С	$\rho_ж$, кг/м^3	Резервуар		$h_{об}$, м	$q^{соб.}$, кВт/м^2	$w_в$, м/с	$L_{исп}$, кДж/кг	$Q_н^р$, кДж/кг
				$R_{рез}$, м	$H_{рез}$, м					
Нефть	240	57	850	15	30	3	70	0	345,4	43 700
Мазут	300	350	920	20	30	4	60	1	240,3	40 000
Бензин	94	140	800	20	20	5	130	2	480,0	44 400
Керосин	100	180	840	15	20	4	90	3	302,6	43 000
Аммиак	17	-33,4	860	25	25	6	30	4	345,4	20 500
Бензол	78	80,3	800	10	30	6	80	5	304,35	30 630
Сжиженный природный газ	16	-164	424	12	15	4	160	0	310,22	35 900
Сжиженный нефтяной газ	220	-43,5	850	15	20	3	55	1	299,07	38 500
Нефть	240	57	850	18	28	5	70	2	345,4	43 700
Мазут	300	350	920	25	30	6	60	3	240,3	40 000
Бензин	94	140	800	22	28	7	130	4	480,0	44 400
Керосин	100	180	840	17	25	7	90	5	302,6	43 000
Аммиак	17	-33,4	860	28	28	8	30	0	345,4	20 500
Бензол	78	80,3	800	15	20	7	80	1	304,35	30 630
Сжиженный природный газ	16	-164	780	15	20	7	160	2	310,22	35 900
Сжиженный нефтяной газ	220	-43,5	850	18	22	8	55	3	299,07	38 500
Нефть	240	57	850	30	35	9	70	4	345,4	43 700
Мазут	300	350	920	28	30	9	60	5	240,3	40 000
Бензин	94	140	800	25	30	8	130	0	480,0	44 400
Керосин	100	180	840	20	25	7	90	1	302,6	43 000
Аммиак	17	-33,4	860	30	30	8	30	2	345,4	20 500
Бензол	78	80,3	800	17	23	6	80	3	304,35	30 630
Сжиженный природный газ	16	-164	780	20	25	7	160	4	310,22	35 900
Сжиженный нефтяной газ	220	-43.5	850	22	28	5	55	5	299,07	38 500
Нефть	240	57	850	30	30	10	70	3	345,4	43 700

Задача 3. Оценка последствий пожара при горении одиночного объекта

В поселке (на складе пиломатериалов, в резервуарном парке) произошло возгорание деревянного дома (штабеля дров, штабеля пиломатериалов, резервуара), размером $a \times b \times h$, м. При пожаре произошла разгерметизация емкости с … и утечка в атмосферу … кг ОХВ.

Используя данные таблицы 13, определить:

- расстояние, на котором термическое воздействие будет безопасным для человека;
- расстояние, на котором человек получит ожог второй степени;
- расстояние, на котором термическое воздействие будет безопасным для соседнего объекта;
- протяженности зон порогового и летального поражения.

Таблица 13 – Варианты заданий

Объект	Размер, м			Содержимое	Соседний объект	Время термического воздействия, мин	Состояние атмосферы	Скорость ветра, м/с	ОХВ
	a (D)	*b*	*h*						
Деревянный дом	6	10	4		Деревянный дом	10	Инверсия	Аммиак	1
Штабель дров	7	6	2		Деревянный дом	10	Конвекция	Оксиды азота	2
Штабель пиломатериалов	8	6	2,5		Штабель пиломатериалов	10	Изотермия	Сернистый ангидрид	3
Резервуар	10			Керосин	Резервуар с ГЖ	3	Инверсия	Угарный газ	4
Резервуар	15			Мазут	Резервуар с ГЖ	3	Конвекция	Фосген	5
Резервуар	20			Нефть	Резервуар с ГЖ	3	Изотермия	Хлор	1
Резервуар	22			Бензин	Резервуар с ЛВЖ	3	Инверсия	Аммиак	2

Продолжение таблицы 13

Деревянный дом	10	10	6		Деревянный дом	4	Конвекция	Оксиды азота	3
Штабель дров	10	4	2		Штабель пиломатериалов	10	Изотермия	Сернистый ангидрид	4
Штабель пиломатериалов	12	6	3		Штабель пиломатериалов	4	Инверсия	Угарный газ	5
Резервуар	4			Керосин	Резервуар с ГЖ	3	Конвекция	Фосген	1
Резервуар	5			Мазут	Резервуар с ГЖ	3	Изотермия	Хлор	2
Резервуар	6			Нефть	Резервуар с ГЖ	3	Инверсия	Аммиак	3
Резервуар	7			Бензин	Резервуар с ГЖ	3	Конвекция	Оксиды азота	4
Деревянный дом	8	8	4		Деревянный дом	10	Изотермия	Сернистый ангидрид	5
Штабель дров	10	6	2		Деревянный дом	10	Инверсия	Угарный газ	1
Штабель пиломатериалов	12	6	2		Штабель пиломатериалов	10	Конвекция	Фосген	2
Резервуар	12			Керосин	Резервуар с ГЖ	3	Изотермия	Хлор	3
Резервуар	14			Мазут	Деревянный дом	10	Инверсия	Аммиак	4
Резервуар	15			Нефть	Резервуар с ГЖ	3	Конвекция	Оксиды азота	5
Резервуар	17			Бензин	Резервуар с ГЖ	3	Изотермия	Сернистый ангидрид	1
Деревянный дом	4	4	3		Деревянный дом	4	Инверсия	Угарный газ	2
Штабель дров	4	4	2		Деревянный дом	4	Конвекция	Фосген	3

Окончание таблицы 13

Штабель пиломатериалов	5	5	3		Штабель пиломатериалов	10	Изотермия	Хлор	4
Резервуар	20			Нефть	Резервуар с ГЖ	3	Инверсия	Аммиак	5

Практическая работа 5

Прогнозирование и оценка обстановки при гидротехнических авариях

Цель работы: освоить методику прогнозирования последствий аварий на гидротехнических сооружениях.

Основные положения

Гидродинамическая авария – авария на гидротехническом сооружении (ГТС), связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации.

При прорыве плотины в ней образуется проран (проран – узкий проток в теле плотины), от размеров которого зависят объем и скорость падения вод верхнего бьефа в нижний бьеф ГТС и параметры волны прорыва.

Основными поражающими факторами катастрофического затопления являются: волна прорыва, характеризующаяся высотой волны и скоростью движения, и длительность затопления.

Схематично продольный разрез такой сформировавшейся волны показан на рисунке 1.

Параметры волны прорыва зависят от гидрологических и топографических условий реки и характеризуются на расстоянии L (км) от ГТС высотой гребня h (м) и скоростью v (м/с), определяемыми по формулам

$$h = A_h / \sqrt{B_h + L}\ ;\ v = A_v / \sqrt{B_v + L}\,, \qquad (1)$$

где A_h ,B_h ,A_v ,B_v – коэффициенты, зависящие от высоты уровня воды в верхнем бьефе плотины (уровня воды в водохранилище)

H_0 (м), гидравлического уклона реки i (превышение в метрах высоты уровня реки на 1000 м длины) и относительной ширины прорана B, значения которых приведены в таблице 1.

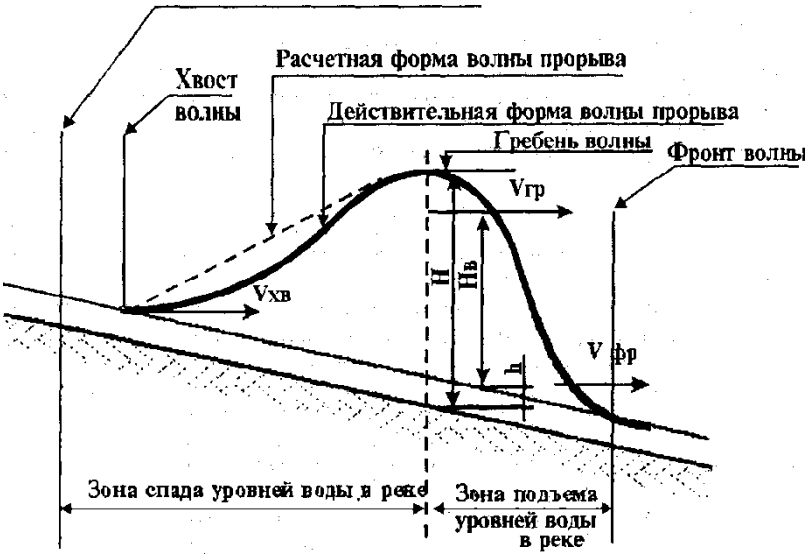


Рисунок 1 – Схематический продольный разрез волны прорыва

Таблица 1 – Значения коэффициентов в формуле 1

		Уклон							
H_0,	B	$i = 1{\cdot}10^{-4}$				$i = 1{\cdot}10^{-3}$			
м		A_h	B_h	A_v	B_v	A_h	B_h	A_v	B_v
20	1	100	90	9	7	40	10	16	21
40		280	150	20	9	110	30	32	24
80		720	286	39	12	300	60	62	29
20	0,5	128	204	11	11	56	51	18	38
40		340	332	19	14	124	89	32	44
80		844	588	34	17	310	166	61	52
20	0,25	140	192	8	21	40	38	15	43
40		220	388	13	21	108	74	30	50
80		880	780	23	21	316	146	61	65

Время прихода гребня $\tau_{гр}$ и фронта $\tau_{ф}$ волны прорыва определяются по таблице 2 в зависимости от H_0, i и удаленности створа объекта от ГТС L.

Таблица 2 – Время прихода гребня (τ гр, ч) и фронта (τ ф, ч) волны прорыва при разной высоте уровня воды в водохранилище

L,	H_0 = 20				H_0 = 40				H_0 = 80			
км	$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$	
	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$
5	0,2	1,8	0,2	1,2	0,1	2	0,1	1,2	0,1	1,1	0,1	0,2
10	0,5	4	0,6	2,4	0,3	3	0,3	2	0,2	1,7	0,1	0,4
20	1,6	7	2	5	1,0	6	1	4	0,5	3	0,4	1
40	5	14	4	10	3	10	2	7	1,2	5	1	2
80	13	30	11	21	8	21	6	14	3	9	3	4

Продолжительность затопления территории объекта $\tau_{зат}$ (ч) определяется по формуле

$$\tau_{зат} = \beta\left(\tau_{гр} - \tau_{ф}\right)\cdot\left(1 - h_{м}/h\right), \qquad (2)$$

где β – коэффициент, зависящий от высоты плотины H_0 (м), гидравлического уклона реки i и расстояния до объекта L (км) (таблица 3); $h_{м}$ – высота месторасположения объекта, м.

Таблица 3 – Значения коэффициента β

$i \cdot L / H_0$	Относительная высота плотины H_0 (м) от средней глубины реки в нижнем бьефе h_0 (м)	
	$H_0 / h_0 = 10$	$H_0 / h_0 = 20$
0,05	15,5	18,0
0,1	14,0	16,0
0,2	12,5	14,0
0,4	11,0	12,0
0,8	9,5	10,8
1,6	8,3	9,9
Примечание. L – в м.		

В зависимости от скорости движения и глубины затопления $h_з$, равной $h_з = h_{гр} – h_м$, степень разрушения зданий и сооружений будет различной (таблица 4).

Таблица 4 – Значения параметров волны прорыва, приводящие к разрушениям объектов

Наименование	Степень разрушения					
объекта	сильная		средняя		слабая	
	v, м/с	*h*, м	*v*, м/с	*h*, м	*v*, м/с	*h*, м
Здания и сооружения портов						
Сборные деревянные жилые дома	3,0	2,0	2,5	1,5	1,0	1,0
Деревянные дома (1...2 этажа)	3,5	2,0	2,5	1,5	1,0	1,0
Кирпичные малоэтажные здания (1...3 этажа)	4,0	2,4	3,0	2,0	2,0	1,0
Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной постройки	5,0	2,5	3,5	2,0	2,0	1,0
Кирпичные дома средней этажности (4 этажа)	6,0	3,0	4,0	2,5	2,5	1,5
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом (стены из керамзитовых панелей)	7,5	4,0	6,0	3,0	3,0	1,5
Бетонные и железобетонные здания, здания сейсмоустойчивой конструкции	12,0	4,0	9,0	3,0	4,0	1,5
Стенки, набережные и пирсы на деревянных сваях	4,0	6,0	2,0	4,0	1,0	1,0
Стенки, набережные и пирсы напряженной конструкции с заполнением камнем	5,0	6,0	3,0	4,0	1,0	1,0
Стенки, набережные и пирсы на железобетонных и металлических сваях	6,0	6,0	3,0	4,0	1,0	2,0

Продолжение таблицы 4

Стенки, набережные, молы, волноломы из кладки массивов	7,0	6,0	4,0	4,0	2,0	2,0
Оборудование портов и промышленных предприятий						
Станочное оборудование	3,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Оборудование химических и электротехнических цехов и лабораторий	4,0	1,5	3,0	1,5	1,0	1,0
Стапели и стапельные места судостроительных и судоремонтных заводов	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0
Трансформаторно-понизительные подстанции	5,0	2,0	4,0	2,0	2,0	1,0
Крановое оборудование – портальные краны грузоподъемностью:						
5 т	6,0	4,0	6,0	2,0	2,0	1,5
10 т	8,0	5,0	6,0	2,0	2,0	2,0
16 т	8,0	6,0	6,0	3,0	2,0	2,0
– мостовой перегружатель 16 т	10,0	9,0	6,0	4,0	2,0	2,0
Мосты, дороги и транспортные средства						
Деревянные мосты (поток выше проезжей части)	1,0	2,0	1,0	1,5	0,0	0,5
Железобетонные мосты	2,0	3,0	1,0	2,0	0,0	0,5
Металлические мосты и путепроводы с пролетом (30...100) м	2,0	3,0	1,0	2,0	0,0	0,5
То же с пролетом более 100 м	2,0	2,5	1,0	2,0	0,0	0,5
Железнодорожные пути	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5
Дороги с гравийным (щебеночным) покрытием	2,5	2,0	1,0	1,5	0,5	0,5
Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
Автомобили	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
Подвижной состав	3,5	3,0	3,0	1,5	1,5	1,0

Окончание таблицы 4

Плавучие средства						
Мелкие речные суда, катера с осадкой менее 2 м	5,0	2,0	4,0	1,5	2,0	1,5
Вспомогательные суда (плавучие краны, землечерпательные снаряды и т. д.)	7,0	2,0	4,0	1,5	2,0	1,5
Крупные речные пассажирские и грузовые суда (с осадкой более 2,5 м)	9,0	2,0	5,0	1,5	3,0	1,5
Плавучие доки	8,0	2,0	5,0	1,5	3,0	1,5
Плавучие причалы	9,0	2,0	6,0	2,0	3,0	2,0

Задача 1

В результате непроизвольного подъема заслонки шлюза на гидроузле образовался проран с относительным размером $B = 0{,}5$. На расстоянии $L = 30$ км вниз по течению реки расположен город. Высота уровня воды перед плотиной $H_0 = 40$ м, высота месторасположения города $h_м = 3$ м, гидравлический уклон реки $i = 1 \cdot 10^{-3}$, глубина реки в нижнем бьефе $h_0 = 4$ м.

Оценить степень разрушения зданий в городе, железнодорожного (металлического) и автомобильного (железобетонного) мостов.

Решение

1. Находим высоту гребня h и скорость v волны прорыва (1), используя данные таблицы 1:

$$h = 124 / (89 + 30)^{0,5} \approx 11 \text{ м};$$
$$v = 32 / (44 + 30)^{0,5} = 3{,}7 \text{ м/с}.$$

2. Определяем время прихода гребня волны прорыва $\tau_{гр}$ и фронта $\tau_{ф}$ волны прорыва, интерполируя приведенные в таблице 2 данные для $L = 30$ км:

$$\tau_{ф} = 1{,}5 \text{ ч}; \ \tau_{гр} = 5{,}5 \text{ ч}.$$

3. Продолжительность затопления территории города и завода $\tau_{зат}$ определим по формуле 2, предварительно определив по таблице 3 для $i \cdot L/H_0 = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 30\,000/40 = 0{,}75$ и $H_0/h_0 = 10$ значение $\beta = 9{,}5$:

$$\tau_{зат} = 9{,}5\ (5{,}5–1{,}5)\ (1–3{,}0/11) \approx 28 \text{ ч.}$$

4. Оценим степень разрушений в городе (таблица 4). При скорости движения волны прорыва $v = 3{,}7$ м/с и глубине затопления $h_з$, равной $h_з = h_{гр} – h_м = 11 – 3 = 8$ (м), в городе полностью будут разрушены деревянные дома, сильно разрушены кирпичные малоэтажные здания, получат средние разрушения кирпичные дома средней этажности. Велика опасность сильного разрушения железобетонного и металлического мостов, дорог с гравийным покрытием. Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием получат средние разрушения.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице вариантов (таблица 5). Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Задание

На гидроузле образовался проран размером B'. На расстоянии L, км, вниз по течению реки расположен город и промышленные предприятия. Высота уровня воды перед плотиной H_0, м, высота месторасположения города $h_м$, м, гидравлический уклон реки i, глубина реки в нижнем бьефе h_0, м.

Таблица 5 – Варианты заданий

№ варианта	*B'*	*L* , км	H_0 , м	*i*,	$h_м$, м	h_0 , м
1	0,25	20	20	1×10^{-4}	2,5	12
2	1	40	80	1×10^{-3}	3,5	4
3	0,25	5	40	1×10^{-3}	2	12
4	0,5	50	20	1×10^{-4}	1,5	10
5	0,5	10	80	1×10^{-3}	3	4
6	0,5	40	20	1×10^{-4}	2,5	10
7	1	80	80	1×10^{-3}	3,5	4
8	1	40	80	1×10^{-3}	2	8
9	0,25	20	20	1×10^{-4}	1,5	2,5
10	0,5	20	40	1×10^{-3}	3	6
11	0,5	80	40	1×10^{-4}	2,5	5
12	0,5	40	40	1×10^{-3}	3,5	4
13	0,5	80	20	1×10^{-3}	2	12
14	1	40	40	1×10^{-4}	1,5	7
15	0,5	20	40	1×10^{-3}	3	5
16	1	80	80	1×10^{-4}	2,5	8
17	0,5	40	20	1×10^{-3}	3,5	6
18	0,25	20	20	1×10^{-3}	2	10
19	0,5	80	40	1×10^{-4}	1,5	4
20	1	40	40	1×10^{-3}	3	4
21	1	40	80	1×10^{-4}	2,5	4
22	0,25	20	40	1×10^{-3}	3,5	8
23	0,5	80	20	1×10^{-3}	2	10
24	0,25	40	20	1×10^{-4}	1,5	10

Оценить степень разрушения зданий и дорог в городе, железнодорожных и автомобильных мостов, объектов на заводе (цех, пирс, плавучий и портальные краны), пассажирских и грузовых судов.

Практическая работа 6

Прогнозирование и оценка обстановки при землетрясениях

Цель работы: освоить методику прогнозирования и оценки обстановки при землятрясениях.

Основные положения

Основными характеристиками землетрясений являются *магнитуда* и *интенсивность.*

Интенсивность землетрясения определяется величиной колебания грунта на поверхности земли. Интенсивность в разных пунктах наблюдения различна, однако магнитуда у толчка только одна.

Землетрясения в зависимости от интенсивности колебаний грунта на поверхности земли классифицируются следующим образом:

- слабые (1–3 балла);
- умеренные (4 балла),
- довольно сильные (5 баллов);
- сильные (6 баллов);
- очень сильные (7 баллов);
- разрушительные (8 баллов);
- опустошительные (9 баллов);
- уничтожающие (10 баллов);
- катастрофические (11 баллов);
- сильно катастрофические (12 баллов).

Интенсивность землетрясения *J(R)* определяется по формуле

$$J(R) = 3 + 1{,}5M - 3{,}5\lg\sqrt{R^2 + h^2}\,, \qquad (1)$$

где R – расстояние от эпицентра землетрясения, км; h – глубина гипоцентра землетрясения, км; M – магнитуда землетрясения, равная

$$M = \lg Z_m - 1{,}32\lg R, \qquad (2)$$

где Z_m – амплитуда земных колебания, мкм.

Реальная интенсивность ($J_{реал}$) землетрясения и степень разрушений зданий и сооружений будет зависеть от типа грунта как под застройкой, так и на остальной окружающей местности:

$$J_{реал} = J(R) - (\Delta J_{пост} - \Delta J_{о.м.}), \quad (3)$$

где $\Delta J_{пост}$ – приращение балльности для грунта (по сравнению с гранитом), на котором построено здание; $\Delta_{Jо.м}$ – приращение балльности для грунта в окружающей местности (таблица 1).

Таблица 1 – Значения $\Delta J_{пост} - \Delta J_{о.м.}$

Тип грунта	$\Delta J_{пост} - \Delta J_{о.м.}$	Тип грунта	$\Delta J_{пост} - \Delta J_{о.м.}$
Гранит	0	Песчаные	1,6
Известняк	0,52	Глинистые	1,61
Щебень, гравий	0,92	Насыпные рыхлые	2,6
Полускальные грунты	1,36		

Все здания и типовые сооружения традиционной постройки (без антисейсмических мероприятий) подразделяются на три группы, каждой из которых свойственна определенная сейсмостойкость (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация зданий и сооружений по сейсмостойкости ($J_с$)

Группа		Характеристика здания	$J_с$, баллы
А	$А_1$	Здания со стенами из местных строительных материалов: глинобитные без каркаса; саманные или из сырцового кирпича без фундамента; выполненные из скатанного или рваного камня на глиняном растворе и без регулярной (из кирпича или камня правильной формы) кладки в углах и т. п.	4
	$А_2$	Здания со стенами из самана или сырцового кирпича; с каменными, кирпичными или бетонными фундаментами; выполненные из рваного камня на известковом, цементном или сложном растворе с регулярной кладкой в углах; выполнены из пластового камня на известковом, цементном или сложном растворе; выполненные из кладки типа «мидис»; здания с дере-	4,5

Окончание таблицы 2

	$А_2$	вянным каркасом с заполнением из самана или глины, с тяжелыми земляными или глиняными крышами; сплошные массивные ограды из самана или сырцового кирпича и т. п.	
Б	$Б_1$	Здания с деревянным каркасом с заполнением из самана или глины и легкими перекрытиями	5
	$Б_2$	Типовые здания из жженого кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе: сплошные ограды и стенки, трансформаторные киоски, силосные и водонапорные башни	5,5
В	$В_1$	Деревянные дома, рубленные «в лапу» или «в обло»	6
	$В_2$	Типовые железобетонные, каркасные, крупнопанельные и армированные крупноблочные дома; железобетонные сооружения: силосные и водонапорные башни, маяки, подпорные стенки, бассейны и т. п.	6,5
С	С7	Типовые здания и сооружения всех видов (кирпичные, блочные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7 баллов	7
	С8	То же для расчетной сейсмичности 8 баллов	8
	С9	То же для расчетной сейсмичности 9 баллов	9
Примечание. При сочетании в одном здании признаков двух или трех типов здание в целом следует относить к слабейшему из них.			

Состояние зданий и сооружений после землетрясения оценивается степенью повреждения I (таблица 3).

Таблица 3 – Степени (I) разрушений зданий
при землетрясениях

Степень разрушения зданий, I	Характеристика повреждений
0 баллов – отсутствие видимых повреждений	Сотрясение здания в целом: сыплется пыль из щелей, осыпаются чешуйки побелки
1 балл – слабые повреждения	Слабые повреждения материала и неконструктивных элементов здания: тонкие трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; тонкие трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса, между панелями, в разделке печей и дверных коробок; тонкие трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов отсутствуют. Для ликвидации повреждений достаточен текущий ремонт здания
2 балла – умеренные повреждения	Значительные повреждения материала и неконструктивных элементов здания, падение пластов штукатурки, сквозные трещины в перегородках, глубокие трещины в карнизах и фронтонах, выпадение кирпичей из труб, падание отдельных черепиц. Слабые повреждения несущих конструкций: тонкие трещины в несущих стенах, незначительные деформации и небольшие отколы бетона или раствора в узлах каркаса и в стыках панелей. Для ликвидации повреждений необходим капитальный ремонт здания
3 балла – тяжелые повреждения	Разрушения неконструктивных элементов здания: обвалы частей перегородок, карнизов, фронтонов, дымовых труб. Значительные повреждения несущих конструкций: сквозные трещины в несущих стенах, значительные деформации каркаса, заметные сдвиги панелей, выкрашивание бетона в узлах каркаса. Возможен восстановительный ремонт здания

Окончание таблицы 3

4 балла – частичное разрушение	Частичные разрушения несущих конструкций: проломы и вывалы в несущих стенах; разрывы стыков и узлов каркаса; нарушение связей между частями здания; обрушение отдельных панелей перекрытия; обрушение крупных частей здания. Здание подлежит сносу
5 баллов – обвал	Обрушение несущих стен и перекрытия, полное обрушение здания с потерей его формы
Примечание. В зданиях, возведенных с антисейсмическими мероприятиями, при оценке степени повреждения учитываются только повреждения несущих элементов конструкций.	

Люди, находящиеся в момент землетрясения внутри зданий, поражаются преимущественно обломками строительных конструкций. Вероятность общих ($P^{общ}$) $P_{общ}$ и безвозвратных ($P^{безв}$) $P_{безв}$ потерь в зависимости от степени повреждения зданий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Вероятность общих (P_I общ) и безвозвратных (P_I безв)

Вероятность потерь	Степень разрушения здания (I)			
	0,1,2	3	4	5
$P_I^{общ}$	0	0,05	0,5	0,95
$P_I^{безв}$	0	0,01	0,17	0,65

Для группы однотипных зданий в зависимости от их сейсмостойкости J_c и реальной интенсивности землетрясения $J_{реал}$ может быть найдена осредненная степень разрушения (таблица 5), которая используется для приближенной оценки потерь населения, находящегося в этих зданиях, по данным таблицы 4.

Таблица 5 – Зависимость осредненной степени разрушения однотипных зданий ($I_{ср}$) от приведенной интенсивности ($J_{реал} - J_c$) землетрясения

$J_{реал} - J_c$	0	1	2	3	4	5	6
$I_{ср}$	0,1	0,50	1,5	2,5	3,5	4,5	4,9

Так как степени разрушения зданий тоже являются случайными величинами (таблица П. 16), более точно потери населения с учетом данных таблицы 4 следует оценивать по их математическим ожиданиям. Для этого сначала вычисляются вероятности людских потерь различных видов (структура потерь) по формулам:

- вероятность общих потерь населения

$$P^{общ} = 0,05P^3_{I-3} + 0,5P^3_{I-4} + 0,95P^3_{I-5}; \quad (4)$$

- вероятность безвозвратных потерь населения

$$P^{безв} = 0,01P^3_{I-3} + 0,17P^3_{I-4} + 0,65P^3_{I-5}; \quad (5)$$

- вероятность санитарных потерь населения

$$P^{сан} = P^{общ} - P^{безв}, \; P^{сан} = P^{общ} - P^{безв}, \quad (6)$$

где $P_{I\,=\,3\ldots5}$ – вероятность получения зданиями степеней поражения от 3 до 5 (таблица 4).

Далее, учитывая, что по своей физической сущности величины $P^{общ}$, $P^{безв}$ и $P^{сан}$ представляют собой относительные потери населения, под которыми понимают отношение численности пострадавшего населения (по видам поражения) в зданиях к его общей численности в них, то абсолютные потери населения в зданиях при землетрясении определяются по формулам

$$N^{общ} = P^{общ} \cdot N_з; \;\; N^{безв} = P^{безв} \cdot N_з; \;\; N^{сан} = N^{общ} \cdot N^{безв}, \quad (7)$$

где $N^{общ}$, $N^{безв}$, $N^{сан}$ – абсолютные общие, безвозвратные и санитарные потери; $N_з$ – численность населения, находящегося в зданиях.

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

Населенный пункт с числом жителей N = 50 000 человек, расположенный на песчаном грунте и имеющий бескаркасные здания из местного материала без фундамента, а также малоэтажные кирпичные здания (до 4 этажей), крупнопанельные здания, построенные на полускальных грунтах, оказался в зоне действия землетрясения магнитудой 7 баллов по шкале Рихтера, эпицентр которого находился в 50 км от населенного пункта, а гипоцентр на глубине H = 30 км.

Определить степень разрушения зданий и потери среди населения города.

Решение

1. По формуле (3) определяем интенсивность землетрясения *J(R):*

$$J(R) = 3 + 1{,}5 \cdot 7 - 3{,}5 \cdot \lg\sqrt{50^2 + 30^2} = 7{,}3 \text{ балла.}$$

2. Определим реальную интенсивность землетрясения, степень разрушения зданий и сооружений и людские потери в зависимости от типа грунта (3).

Бескаркасные здания из местного материала без фундамента на песчаном грунте

Так как грунт, на котором построены эти здания, и грунт окружающей местности одинаковы, то приращение балльности $\Delta J_{пост}$ и $\Delta J_{о.м.}$ (таблица 1) одинаково и для песчаного грунта составляет 1,6, поэтому

$$J_{реал} = 7{,}3 - (1{,}6 - 1{,}6) = 7{,}3 \text{ балла.}$$

Для зданий рассматриваемого типа параметр сейсмостойкости J_c = 4 (таблица 2), тогда $J_{реал} - J_c$ = 7,3 – 4 = 3,3 и, согласно таблице 5, $I_{ср}$ = 2,8. При $I = I_{ср} = 2{,}8 \approx 3$ вероятность общих потерь населения в домах рассматриваемого типа при условии, что все дома получат третью степень разрушения, по данным таблицы 4, составит $P^{общ}_{I=3}$ = 0,05, а безвозвратных – $P^{безв}_{I=3}$ = 0,01.

Для более точного определения структуры потерь населения по таблице П. 16 по разности величин $J_{реал} - J_c$ = 3,3 (принимаем

$J_{реал} - J_c \approx 3{,}0$) находим вероятность возникновения различных степеней повреждения зданий: для первой степени – $P^3_{I=1} = 0{,}1$; для второй степени – $P^3_{I=2} = 0{,}3$; для третьей степени – $P^3_{I=3} = 0{,}5$ и для четвертой степени – $P^3_{I=4} = 0{,}1$. Далее по формулам (4)–(6) находим структуру потерь:

$$P^{общ} = 0{,}05 \cdot 0{,}5 + 0{,}5 \cdot 0{,}1 = 0{,}075;$$
$$P^{безв} = 0{,}01 \cdot 0{,}5 + 0{,}17 \cdot 0{,}1 = 0{,}022;$$
$$P^{сан} = 0{,}075 - 0{,}022 = 0{,}053.$$

Примем для определенности, что землетрясение произошло ночью, когда 94 % населения (таблица П. 9) находятся в жилых домах, и в бескаркасных зданиях из местных материалов проживает 20 % жителей этого населенного пункта ($N_з = 0{,}94 \cdot 0{,}2 \cdot 50\,000 = 9400$ человек). Тогда по формулам (7) получим:

$$N^{общ} = 0{,}075 \cdot 9400 = 705 \text{ чел.};$$
$$N^{безв} = 0{,}022 \cdot 9400 = 207 \text{ чел.};$$
$$N^{сан} = 705 - 207 = 498 \text{ чел.}$$

Кирпичные малоэтажные здания на полускальных грунтах

Так как грунт, на котором построены эти здания, полускальный, то приращение балльности для грунта (по сравнению с гранитом), на котором построено здание, составляет $\Delta J_{пост} = 1{,}36$ (таблица 1), а приращение балльности для песчаного грунта в окружающей местности $\Delta J_{о.м.}$ составляет 1,6 поэтому

$$J_{реал} = 7{,}3 - (1{,}36 - 1{,}6) = 7{,}54 \text{ балла.}$$

Для зданий рассматриваемого типа параметр сейсмостойкости $J_с = 5{,}5$ (таблица 2), тогда $J_{реал} - J_с = 7{,}54 - 5{,}5 = 2{,}04$, и, согласно таблице 5, $I_{ср} = 1{,}5$. При $I = I_{ср} = 1{,}5 < 2$ вероятности общих и безвозвратных потерь населения в домах рассматриваемого типа при условии, что все дома получат разрушения не более II степени, по данным таблицы 4, составят $P_2^{общ} = 0$ и $P_2^{безв} = 0$, то есть люди не пострадают.

В соответствии с данными таблицы П. 16 по разности величин $J_{реал} - J_c = 2{,}04$ (принимаем $J_{реал} - J_c \approx 2$) находим вероятность возникновения различных степеней повреждения зданий: для первой степени – $P^3_{I=1} = 0{,}3$; для второй степени – $P^3_{I=2} = 0{,}5$; для третьей степени – $P^3_{I=3} = 0{,}1$.

Крупнопанельные здания, построенные на полускальных грунтах

Так как грунт, на котором построены эти здания, полускальный, то приращение балльности для грунта (по сравнению с гранитом), на котором построено здание, составляет $\Delta J_{пост} = 1{,}36$ (таблица 1), а приращение балльности для песчаного грунта в окружающей местности $\Delta J_{о.м.}$ составляет 1,6, поэтому

$$J_{реал} = 7{,}3 - (1{,}36 - 1{,}6) = 7{,}54 \text{ балла.}$$

Для зданий рассматриваемого типа параметр сейсмостойкости $J_c = 6{,}5$ (таблица 2), тогда $J_{реал} - J_c = 7{,}54 - 6{,}5 = 1{,}04$ и, согласно таблице 5, $I_{ср} = 0{,}5$. При $I = I_{ср} = 0{,}5 < 2$ люди не пострадают (таблица 4).

Легко убедиться в том (таблица П. 16), что при $J_{реал} - J_c = 1{,}04$ 40 % зданий рассматриваемого типа вообще не получат повреждений, 50 % зданий получат повреждения I степени, 10 % зданий – II степени.

Таким образом, наибольшую опасность представляют бескаркасные здания без фундамента из местных материалов, жители которых могут серьезно пострадать.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице вариантов (таблица 6). Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Задание

Населенный пункт с числом жителей N человек расположен на … грунте и имеет … здания, построенные на … грунтах и … здания из местного материала без фундамента. На расстоянии R км находится эпицентр землетрясения силой … баллов по шкале Рихтера, гипоцентр которого расположен на глубине H км.

Таблица 6 – Варианты заданий

Число жителей, n	Тип зданий, % зданий данного типа	Грунт	Расстояние до эпицентра, км	Баллы по шкале Рихтера	Глубина гипоцентра, км	Время суток
1000	Бескаркасные без фундамента (50 %); из сырцового кирпича на фундаменте (50 %)	Гранит	10	5	10	Утро
5000	Из сырцового кирпича на фундаменте (40 %); с деревянным каркасом (60 %)	Известняк	20	5,5	15	День
10 000	С деревянным каркасом (20 %); из жженого кирпича (80 %)	Щебень	30	6	20	Вечер
50 000	Из жженого кирпича (40 %); железобетонные каркасные (60 %)	Гравий	40	6,5	25	Ночь
150 000	Железобетонные каркасные (30 %); крупнопанельные здания (70 %)	Полускальный	50	7	30	Утро
200 000	Железобетонные каркасные (50 %); из бетонных блоков (50 %)	Песчаные	60	7,5	35	День
400 000	Крупнопанельные здания (60 %); из бетонных блоков (40 %)	Глинистые	70	5	40	Вечер
500 000	Из бетонных блоков (40 %); крупнопанельные здания (60 %)	Насыпные рыхлые	75	5,5	45	Ночь
750 000	Железобетонные каркасные (50 %); из бетонных блоков (50 %)	Гранит	80	6	10	Утро

Окончание таблицы 6

10 000	Бескаркасные без фундамента (50 %); из сырцового кирпича на фундаменте (50 %)	Известняк	10	6,5	15	День
15 000	Из сырцового кирпича на фундаменте (40 %); с деревянным каркасом (60 %)	Щебень	20	7	20	Вечер
10 000	С деревянным каркасом (20 %); из жженого кирпича (80 %)	Гравий	30	7,5	25	Ночь
50 000	Из жженого кирпича (40 %); железобетонные каркасные (60 %)	Полускальный	40	5	30	Утро
150 000	Железобетонные каркасные (30 %); крупнопанельные здания (70 %)	Песчаные	50	5,5	35	День
200 000	Железобетонные каркасные (50 %); из бетонных блоков (50 %)	Глинистые	60	6	40	Вечер
400 000	Крупнопанельные здания (60 %); из бетонных блоков (40 %)	Насыпные рыхлые	75	7	10	Утро
500 000	Из бетонных блоков (40 %); крупнопанельные здания (60 %)	Гранит	80	7,5	15	День
750 000	Железобетонные каркасные (50 %); из бетонных блоков (50 %)	Известняк	10	5	20	Вечер
1000	Бескаркасные без фундамента (50 %); из сырцового кирпича на фундаменте (50 %)	Щебень	20	5,5	25	Ночь
5000	Из сырцового кирпича на фундаменте (40 %); с деревянным каркасом (60 %)	Гравий	30	6	30	Утро
10 000	С деревянным каркасом (20 %); из жженого кирпича (80 %)	Полускальный	40	6,5	35	День
50 000	Из жженого кирпича (40 %); железобетонные каркасные (60 %)	Песчаные	50	7	40	Вечер
150 000	Железобетонные каркасные (30 %); крупнопанельные здания (70 %)	Глинистые	60	7,5	45	Ночь
200 000	Железобетонные каркасные (50 %); из бетонных блоков (50 %)	Насыпные рыхлые	70	5	15	Утро
400 000	Крупнопанельные здания (60 %); из бетонных блоков (40 %)	Гранит	75	5,5	20	День

Определить степень разрушения зданий и потери среди населения города.

Практическая работа 7

Прогнозирование и оценка обстановки при ураганах

Цель работы: освоить методику прогнозирования обстановки при ураганах.

Основные положения

Основными разрушительными факторами урагана являются: высокая скорость ветра, скоростной напор воздушного потока, его сила и продолжительность действия.

Характеристиками последствий действия ураганного ветра являются: количество погибших и пострадавших, оставшихся без крова людей, количество разрушенных и поврежденных жилых домов, производственных и культурно-бытовых зданий, мостов, опор линий электропередач, связи и других народнохозяйственных объектов, площади сельскохозяйственных угодий с погибшими посевами, урожаем, количество погибших сельскохозяйственных животных и т. п.

Частота возникновения на территории России бурь и ураганов с различной скоростью ветра приведена в таблице П. 17.

При ураганах различают четыре степени разрушения зданий и сооружений (слабая, средняя, сильная и полная), характеристики трех из которых приведены в таблице 1.

Степень разрушения зданий и сооружений (таблица П. 18) зависит от скорости ветра и характеристики застройки, которая содержит данные по назначению, этажности зданий и сооружений, а также материалу стен, перекрытий и покрытий. Например, по этажности выделяют следующие типы зданий:

- малоэтажные (до 4-х этажей);
- многоэтажные (от 5 до 8 этажей);
- повышенной этажности (от 9 до 25 этажей);
- высотные (более 25 этажей).

Таблица 1 – Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений при ураганах

Здания, сооружения и оборудование	Степень разрушения		
	слабая	средняя	сильная
Производственные и административные здания	Разрушение наименее прочных конструкций зданий и сооружений: заполнений дверных и оконных проемов; небольшие трещины в стенах, откалывание штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины в дымовых трубах или падение их отдельных частей	Разрушение перегородок, кровли, части оборудования; большие и глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб, разрушение оконных и дверных заполнений, появление трещин в стенах	Значительные деформации несущих конструкций; сквозные трещины и проломы в стенах, обрушения частей стен и перекрытий верхних этажей, деформация перекрытий нижних этажей
Технологическое оборудование	Повреждение и деформация отдельных деталей, электропроводки, приборов автоматики	Повреждение шестерен и повреждение передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления, разрыв приводных ремней	Смещение с фундаментов и деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей
Подъемно-транспортные механизмы, крановое оборудование	Частичное разрушение и деформация обшивки, повреждение стекол и приборов	Повреждение наружного оборудования, разрыв трубопроводов систем питания, смазки и охлаждения	Опрокидывание, срыв отдельных частей, общая деформация рамы
Газгольдеры, резервуары для нефтепродуктов и сжиженных газов	Небольшие вмятины, деформация трубопроводов, повреждение запорной арматуры	Смещение на опорах, деформация оболочек, подводящих трубопроводов, повреждение запорной арматуры	Срыв с опор, опрокидывание, разрушение оболочек, обрыв трубопроводов и запорной арматуры

Окончание таблицы 1

Трубопроводы	Повреждения стыковых соединений, частичное повреждение КИП	Разрывы стыковых соединений, повреждения КИП и запорной арматуры, переломы труб на вводах в отдельных местах	Переломы труб на вводах. Разрыв и деформация труб. Сильные повреждения арматуры

В зависимости от степени разрушения зданий в соответствии с таблицей 2 определяются потери населения.

Таблица 2 – Вероятность потерь населения в разрушенных зданиях при ураганах

Вероятность потерь	Степени разрушения зданий			
	слабая	средняя	сильная	полное
Общие	0,05	0,30	0,60	1,00
Безвозвратные	0	0,08	0,15	0,60

В результате проведенной таким образом оценки могут быть получены следующие данные:

- количество зданий и сооружений, получивших определенные степени разрушения;
- качественное описание разрушений зданий и сооружений;
- потери населения в результате разрушения зданий.

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

Оценить степень разрушения зданий и потери среди населения в результате возможного урагана в г. Иркутске. Для прогноза принять, что население г. Иркутска составляет N = 600 000 человек, застройка города включает кирпичные малоэтажные, многоэтажные кирпичные и крупнопанельные жилые дома, административные здания с металлическим и железобетонным каркасом. Распределение населения соответствует 14 часам дня.

Решение

1. Согласно таблице П. 17, в г. Иркутске с частотой $2 \cdot 10^{-1}$ год$^{-1}$ имеют место ураганы с максимальной скоростью 43 м/с, с частотой $5 \cdot 10^{-2}$ год$^{-1}$ – со скоростью 52 м/с и $2 \cdot 10^{-2}$ год$^{-1}$ – со скоростью 59 м/с.

Для прогноза выбираем наиболее частые ураганы со скоростью 43 м/с.

2. В соответствии с данными, приведенными в таблице П. 18, при такой скорости ветра жилые дома получат сильные разрушения, а административные и промышленные здания – средние. Характеристика каждой степени разрушения приведена в таблице 1.

3. В соответствии с таблицей П. 9 в жилых зданиях в 14 часов будет находиться $D_{дом}$ = 45 % населения, в производственных зданиях $D_{произ}$ = 37 %, в транспорте $D_{транс}$ = 4 % и на улице $D_{ул}$ = 14 % населения.

4. Определим потери среди населения в жилых домах. Согласно таблице 2, при сильных разрушениях жилых зданий вероятность общих потерь равна $P^{общ}$ = 0,6, вероятность безвозвратных потерь $P^{безв}$ = 0,15.

Количество пострадавших людей в жилых домах будет равно

$$N_{дом}{}^{общ} = N\, D_{дом}\; P^{общ} = 600\,000 \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}6 = 162\,000 \text{ чел.}$$

Безвозвратные потери составят

$$N_{дом}{}^{безв} = N\, D_{дом}\; P^{безв} = 600\,000 \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}15 = 40\,500 \text{ чел.}$$

Санитарные потери будут равны

$$N_{дом}{}^{сан} = N_{дом}{}^{общ} - N_{дом}{}^{безв} = 162\,000 - 40\,500 = 121\,500 \text{ чел.}$$

5. Найдем потери среди персонала производственных объектов.

Согласно таблице 2, при средних разрушениях производственных и административных зданий вероятность общих потерь равна $P^{общ}$ = 0,3, вероятность безвозвратных потерь – $P^{безв}$ = 0,08.

Количество пострадавших людей в производственных зданиях будет равно

$$N_{произ}{}^{общ} = N\, D_{произ}\; P^{общ} = 600\,000 \cdot 0{,}37 \cdot 0{,}3 = 66\,600 \text{ чел.}$$

Безвозвратные потери составят

$$N_{произ}{}^{безв} = N\, D_{произ}\; P^{безв} = 600\,000 \cdot 0{,}37 \cdot 0{,}08 = 17\,760 \text{ чел.}$$

Санитарные потери будут равны

$N_{произ}^{сан} = N_{произ}^{общ} - N_{произ}^{безв} = 66\,600 - 17760 = 48\,840$ чел.

6. Суммарные потери, без учета потерь людей на улице и в транспорте, составят:

- общие потери

$N^{общ} = N_{дом}^{общ} + N_{произ}^{общ} = 162\,000 + 66\,600 = 228\,600$ чел.;

- безвозвратные потери

$N^{безв} = N_{дом}^{безв} + N_{произ}^{безв} = 40\,500 + 17\,760 = 58\,260$ чел.;

- санитарные потери будут равны

$N^{сан} = N^{общ} - N^{безв} = 228\,600 - 58\,260 = 170\,340$ чел.

7. Столь высокие потери среди населения обусловлены следующими причинами:

- катастрофической скоростью ветра;
- достаточно низкой строительной прочностью зданий, которые в соответствии со СНиП России рассчитаны на допустимую скорость ветра $v_в = 37{,}3$ м/с;
- не учтены действия властей и служб по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, которые после штормового предупреждения принимают меры по защите населения.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице 3. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить его у преподавателя.

Таблица 3 – Варианты заданий

Город	Население, чел.	Предприятие*	Время начало урагана
Братск	150 000	Алюминиевый завод	3 часа
Ангарск	100 000	Нефтеперегонный завод	9 часов
Челябинск	900 000	Металлургический завод	12 часов
Красноярск	1 200 000	Машиностроительный завод	15 часов
Краснодар	750 000	Нефтехимический комбинат	18 часов
Владивосток	650 000	Порт	21 час
Новосибирск	2 000 000	Машиностроительный завод	24 часа
Хабаровск	600 000	Авиационный завод	3 часа
Саяногорск	90 000	Алюминиевый завод	6 часов
Саратов	1 000 000	Машиностроительный завод	9 часов
Томск	400 000	Горнохимический комбинат	12 часов
Игарка	90 000	Порт	15 часов
Норильск	600 000	Металлургический завод	18 часов
Орел	500 000	Машиностроительный завод	21 час
Новороссийск	6 500 000	Порт	24 часа
Находка	300 000	Порт	3 часа
Рязань	400 000	Машиностроительный завод	6 часов
Уфа	800 000	Нефтеперегонный завод	9 часов
Иркутск	600 000	Машиностроительный завод	12 часов
Армавир	500 000	Машиностроительный завод	15 часов
Комсомольск-на-Амуре	900 000	Машиностроительный завод	18 часов
Благовещенск	300 000	Машиностроительный завод	21 час
Арзамас	400 000	Машиностроительный завод	24 часа
Пятигорск	1 500 000	–	3 часа
Магнитогорск	1 000 000	Металлургический завод	9 часов
Примечание. * – Количество и тип сооружений (оборудования) на промышленном объекте принять самостоятельно.			

Задание. Оценить степень разрушения зданий и потери среди населения в результате урагана в г. … Население г. … составляет … человек, застройка города включает 10 % кирпичных мало-

этажных зданий, 40 % – кирпичных многоэтажных зданий, 45 % – крупнопанельных зданий и 5 % административных многоэтажных зданий. Ураган случился … днем в … часов.

Практическая работа 8

Прогнозирование и оценка обстановки при наводнениях

Цель работы: освоить методику прогнозирования обстановки при наводнениях.

Основные положения

Наводнение может быть вызвано таянием снега (половодье), выпадением большого количества осадков (паводок), затруднениями стока воды вследствие заторов и завалов (запорные и завальные наводнения), действием ветра (нагонные или напорные наводнения) и т. д.

При прогнозировании последствий наводнений схематически сечение русла реки можно представить либо треугольным сечением (рисунок 1, *а*), либо сечением трапецеидального вида (рисунок 1, *б*).

Расход воды в реке до наступления наводнения (паводка) Q_0, м^3/с равен

$$Q_0 = V_0 \cdot S_0, \quad (1)$$

где V_0 – скорость воды в реке до наступления паводка, м/с; S_0 – площадь сечения русла реки до паводка, м^2, равная

$$S_0 = 0,5 \cdot b_0 \cdot h_0 \text{ – для треугольного сечения;} \quad (2)$$

$$S_0 = 0,5 \cdot (a_0 + b_0) \cdot h_0 \text{ – для трапецеидального сечения.} \quad (3)$$

Расход воды после выпадения осадков (таяния снега) и наступления половодья (паводка) Q_{max}, м^3/с, равен

$$Q_{\max} = Q_0 + J \cdot F / 3,6. \quad (4)$$

Здесь J – интенсивность осадков (таяния снега), мм/ч; F – площадь выпадения осадков (таяния снега), км^2.

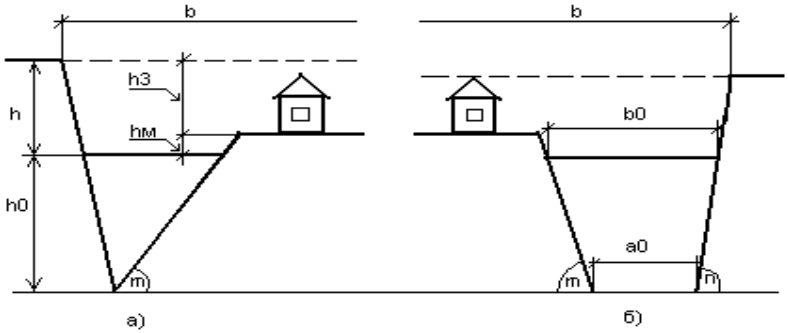


Рисунок 1 – Расчетная схема сечения реки: а) треугольное сечение; б) трапецеидальное сечение; a_0 – ширина дна реки, b_0 – ширина реки до и во время наводнения; h_0 – глубина реки до наводнения; h – высота подъема воды в реке при прохождении паводка; $h_з$ – глубина затопления; $h_м$ – высота места; m, n – углы наклона берегов реки

Высота подъема воды в реке при прохождении паводка *h*, м, определяется из выражений:

а) для треугольного сечения

$$h = \left(\frac{2Q_{\max} h_0^{5/3}}{b_0 V_0} \right)^{3/8} - h_0 ; \qquad (5)$$

б) для трапецеидального сечения

$$h = \left(\frac{2Q_{\max} \left[\left(b_0 - a_0 \right) / \left(ctg\ m + ctg\ n \right) \right]^{5/3}}{b_0 V_0} \right)^{3/8} - \frac{b_0 - a_0}{ctg\ m + ctg\ n}. \qquad (6)$$

Максимальная скорость потока воды при прохождении паводка V_{max}, м/с, равна

$$V_{\max} = Q_{\max} / S_{\max} , \qquad (7)$$

где S_{max} – площадь поперечного сечения потока при прохождении паводка, м^2, определяемая по формулам (2) и (30), в которые вместо h_0 подставляется $(h_0 + h)$, а вместо b_0 подставляется $b = b_0 + 2hctgm$.

Поражающее действие паводка определяется глубиной затопления $h_з$, м:

$$h_з = h - h_м, \quad (8)$$

и максимальной скоростью потока затопления $V_з$, м/с

$$V_з = V_{\max} \cdot f \ . \quad (9)$$

Параметр f определяется по таблице 1.

Таблица 1 – Значения параметра f

$h_з / h$	Сечение русла		
	прямоугольное	трапецеидальное	треугольное
0,1	0,2	0,23	0,3
0,2	0,38	0,43	0,5
0,4	0,60	0,64	0,72
0,6	0,76	0,84	0,96
0,8	0,92	1,05	1,18
1,0	1,12	1,2	1,32

Поражающее действие волны затопления паводка аналогично поражающему действию волны прорыва и может быть оценено по таблице 1.

В отличие от волны прорыва наводнение и паводок оказывают более продолжительное действие, усугубляющее первоначальное разрушающее воздействие напорной волны (таблица 2).

Таблица 2 – Доля поврежденных объектов (%)
на затопленных площадях при крупных наводнениях
($V_з$ = 3 – 4 м/с)

Объект	Время затопления, ч					
	1	2	3	4	24	48
Затопление подвалов	10	15	40	60	85	90
Нарушение дорожного движения	15	30	60	75	95	100
Разрушение уличных мостовых	–	–	3	6	30	5
Смыв деревянных домов	–	7	70	90	100	100
Разрушение кирпичных зданий	–	–	10	40	50	60
Прекращение электропитания	75	90	90	100	100	100

Окончание таблицы 2

Прекращение телефонной связи	75	85	100	100	100	100
Повреждение систем газо- и теплоснабжения	–	–	7	10	30	70
Гибель урожая	–	–	–	–	3	8
Примечание. При $V_з$ = 1,5–2,5 м/с приведенные в таблице значения необходимо умножать на 0,6; при $V_з$ = 4,5 – 5,5 м/с – умножить на 1,4.						

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

Определить последствия наводнения, вызванного таянием снега в пойме реки, для населенного пункта, состоящего из деревянных и кирпичных малоэтажных домов и производственных зданий деревообрабатывающего комбината (ДОК). Интенсивность таяния снега J = 75 мм/ч, площадь поймы реки F = 300 км^2, ширина реки b_0 = 100 м, глубина h_0 = 3 м, скорость течения V_0 = 2 м/с, русло реки в сечении имеет форму равнобедренной трапеции с шириной дна a_0 = 80 м, высота места (города и ДОК) $h_м$ = 2 м.

Решение

1. Определим расход воды в реке до наступления наводнения Q_o с использованием формул (1) и (3):

$$Q_0 = 2 \cdot 0{,}5\ (100 + 80) \cdot 3 = 540\ \text{м}^3/\text{с}.$$

2. Расход воды после таяния снега и наступления половодья Q_{max} определим по формуле (4)

$$Q_{max} = 540 + 75 \cdot 300/3{,}6 = 6790\ \text{м}^3/\text{с}.$$

3. Высота подъема воды в реке при прохождении наводнения находится по формуле (6)

$$h = \left\{ \frac{2 \cdot 6790 \cdot \left[(100 - 80)/3{,}33 + 3{,}33 \right]^{5/3}}{100 \cdot 2} \right\}^{3/8} - \\ - (100 - 80)/(3{,}33 + 3{,}33) = 6{,}68\ \text{м}.$$

Здесь ctg m = ctg n = (b_0 - a_0)/ ($2h_0$) = (100 - 80) / (2·3) = 3,33.

4. Максимальную скорость потока воды при прохождении половодья V_{max} определим по формуле (7)

$$V_{max} = 6790 / 950{,}23 = 7{,}15 \text{ м/с}.$$

Здесь S_{max} (м^2) определяется по формуле (1), в которой вместо b_0 =100 м подставлено значение $b = b_0 + 2\ h$ ctg m = 100 + + 2·6,68·3,33 = 144,5 м.

$$S_{max} = 0{,}5\ (a_0 + b)\ h = 0{,}5\ (80 + 144{,}5)\ 6{,}68 = 749{,}83 \text{ м}^2.$$

5. Глубина затопления $h_з$ по формуле (8) равна

$$h_з = 6{,}68 - 3{,}0 = 3{,}38 \text{ м}.$$

6. Максимальную скорость потока затопления $V_з$ определим по формуле (9). При $h_з/h$ = 0,5 для трапецеидального сечения русла значение параметра f, найденное методом интерполяции по данным таблицы 1, составляет 0,74:

$$V_з = 7{,}15 \cdot 0{,}74 = 5{,}3 \text{ м/с}.$$

7. Долю поврежденных объектов на затопленных площадях определим по таблице 2. Если наводнение будет продолжаться в течение суток, то 85 % подвалов будет затоплено, на 30 % разрушены уличные мостовые, 50 % кирпичных зданий получат различные степени разрушения, прекратится подача электроэнергии и на 30 % будут разрушены системы газо- и теплоснабжения.

8. По таблице 2 определим, что при скорости затопления $V_з$ = 5,3 м/с и глубине затопления $h_з$ = 3,38 м сильные повреждения могут получить кирпичные дома, мосты, дороги.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице 3. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Таблица 3 – Варианты заданий

Параметры реки					Площадь поймы, F, км	Интенсивность таяния снега, J, мм/ч	Высота места h, м	Характеристика города	
сечение	a_0, м	b_0, м	h_0, м	v_0, м/с				тип домов	предприятие
треугольник	–	50	3	1	50	100	1,0	деревянные	порт
трапеция	50	75	4	2	75	125	1,5	кирпичные малоэтажные	деревообрабатывающий комбинат
треугольник	–	100	5	3	100	150	2,0	кирпичные средней этажности	машиностроительный завод
трапеция	75	125	6	4	125	175	2,5	деревянные сборные	судоремонтный завод
треугольник	–	150	7	5	150	200	3,0	бетонные	ремонтные мастерские
трапеция	100	175	8	1	50	225	1,0	железобетонные	порт
треугольник	–	200	9	2	75	250	1,5	деревянные	деревообрабатывающий комбинат
трапеция	150	225	3	3	100	275	2,0	кирпичные малоэтажные	машиностроительный завод
треугольник	–	250	4	4	125	300	2,5	кирпичные средней этажности	судоремонтный завод
трапеция	200	300	5	5	150	350	3,0	деревянные сборные	ремонтные мастерские
треугольник	–	50	6	1	50	100	1,0	бетонные	порт
трапеция	50	75	7	2	75	125	1,5	железобетонные	деревообрабатывающий комбинат

Окончание таблицы 3

треугольник	–	100	8	3	100	150	2,0	деревянные	машиностроительный завод
трапеция	75	125	9	4	125	175	2,5	кирпичные малоэтажные	судоремонтный завод
треугольник	–	150	3	5	150	200	3,0	кирпичные средней этажности	ремонтные мастерские
трапеция	100	175	4	1	50	225	1,0	деревянные сборные	порт
треугольник	–	200	5	2	75	250	1,5	бетонные	деревообрабатывающий комбинат
трапеция	150	225	6	3	100	275	2,0	железобетонные	машиностроительный завод
треугольник	–	250	7	4	125	300	2,5	деревянные	судоремонтный завод
трапеция	200	300	8	5	150	350	3,0	кирпичные малоэтажные	ремонтные мастерские
треугольник	–	50	9	1	50	100	1,0	кирпичные средней этажности	порт
трапеция	50	75	3	2	75	125	1,5	деревянные сборные	деревообрабатывающий комбинат
треугольник	–	100	4	3	100	150	2,0	бетонные	машиностроительный завод
трапеция	75	125	5	4	125	175	2,5	железобетонные	судоремонтный завод
треугольник	–	150	6	5	150	200	3,0	сборные деревянные	ремонтные мастерские

Задание

Определить последствия наводнения, вызванного таянием снега в пойме реки, для населенного пункта, состоящего из … домов и производственных зданий …. Интенсивность таяния снега – J, мм/ч, площадь поймы реки – F, км^2, ширина реки – b_0, м, глубина – h_0, м, скорость течения – v_0, м/с, русло реки в сечении имеет форму … с шириной дна a_0, м, высота места $h_м$, м.

Практическая работа 9

Прогнозирование и оценка обстановки при лесных пожарах

Цель работы: освоить методику прогнозирования и оценки обстановки при лесных пожарах.

Основные положения

Степень пожарной опасности в лесу по условиям погоды определяется по принятому в лесном хозяйстве комплексному показателю (K), который вычисляется на основе данных о температуре воздуха (в градусах), температуре точки росы (в градусах), количестве выпавших осадков (в миллиметрах) по формуле

$$K = \sum_{1}^{n} \left(t_{воз} - t_{росы} \right) \cdot t_{воз} , \qquad (1)$$

где $t_{воз}$ – температура воздуха в 12 часов по местному времени, °С; $t_{росы}$ – точка росы в 12 часов по местному времени, °С; n – число дней после последнего дождя.

Общероссийская шкала имеет пять классов пожарной опасности в лесу по условиям погоды (таблица 1).

Для отдельных регионов разработаны региональные шкалы пожарной опасности в лесу по условиям погоды, учитывающие местные особенности, в которых значения комплексного показателя по классам отличаются от значений общероссийской шкалы.

Таблица 1 – Шкала пожарной опасности
в лесу по условиям погоды

Класс пожарной опасности по условиям погоды	Значение комплексного показателя	Степень пожарной опасности
I	До 300	–
II	От 301 до 1000	Малая
III	От 1001 до 4000	Средняя
IV	От 4001 до 10 000	Высокая
V	Более 10 000	Чрезвычайная

Каждому типу лесного массива соответствует свое значение комплексного показателя *К*, при котором возможно возгорание лесного массива (таблица 2).

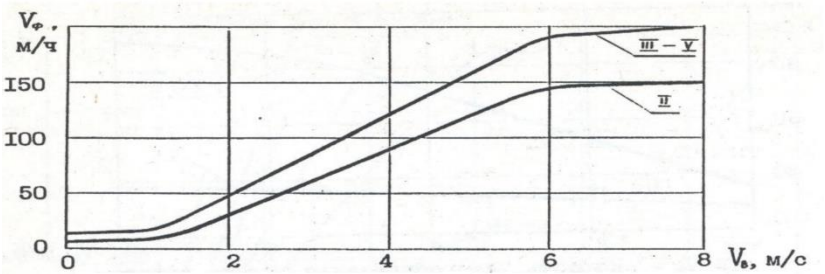
Таблица 2 – Значения комплексного показателя
пожарной опасности, при котором возможно
возгорание леса

Наименование участка леса	*К*
Сосняки-брусничники	300
Ельники-брусничники	500
Сосняки	550
Смешанные	800
Лиственные	900
Березняки-черничники	900
Травяные насаждения	5000

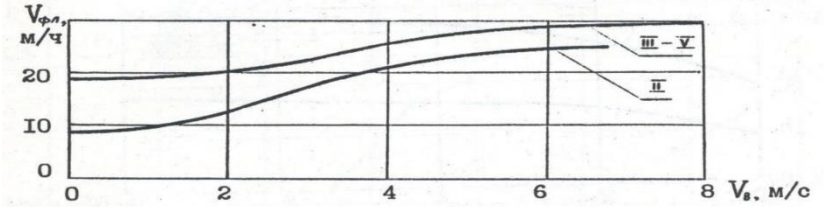
Для России по загораемости может быть выделено три основных группы древесных пород. К первой группе относятся типы лесов, характеризующиеся наибольшей загораемостью (хвойные молодняки, сосняки с наличием соснового подроста), ко второй группе – умеренной загораемости (сосняки, ельники, кедровники), к третьей группе – трудно загорающиеся (березняки, осиновики, ольховники и др. лиственные породы).

У распространяющегося лесного низового пожара различают фронт, тыл и фланги, линейные скорости распространения кото-

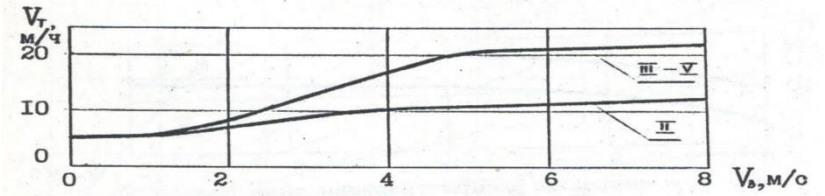
рых в зависимости от скорости ветра $v_в$, м/с, и группы леса по загораемости приведены на рисунках 1 и 2.



а) $V_ф$ – скорость распространения фронта пожара

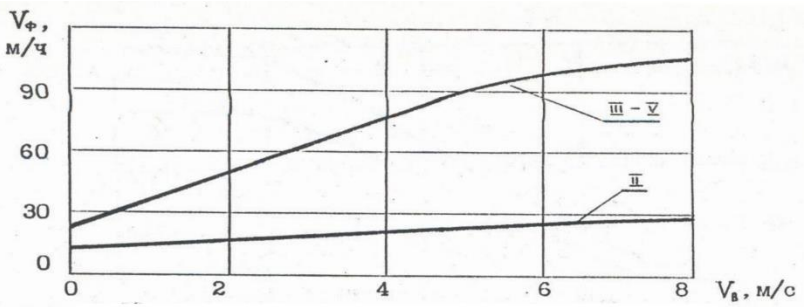


б) $V_{фл}$ – скорость распространения флангов пожара

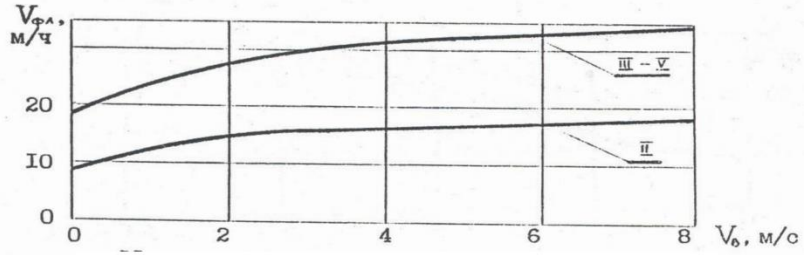


в) $V_{фл}$ – скорость распространения тыла пожара

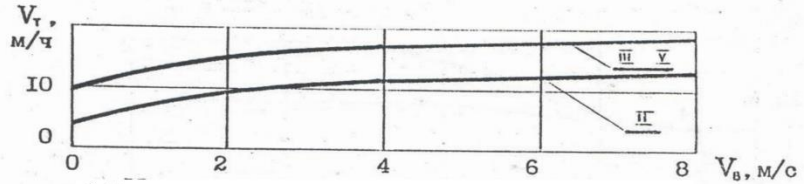
Рисунок 1 – Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра ($v_в$) для насаждений первой группы по загораемости (римскими цифрами обозначены классы пожарной опасности погоды)



а) $V_ф$ – скорость распространения фронта пожара



б) $V_{фл}$ – скорость распространения флангов пожара



в) $V_{фл}$ – скорость распространения тыла пожара

Рисунок 2 – Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра ($v_в$) для насаждений второй группы по загораемости (римскими цифрами обозначены классы пожарной опасности погоды)

Приращение периметра пожара $\Delta П$ (м) за время распространения τ (ч) можно найти по формуле

$$\Delta П = 3{,}3 \cdot V_ф \cdot \tau\,, \qquad (2)$$

где $V_ф$ – скорость распространения фронта пожара, м/с.

Если начальный периметр пожара $П_0$ (м) известен (задан), то через время с начала пожара τ (ч) периметр будет равен

$$П = П_0 + \Delta П, \quad (3)$$

а площадь пожара S (га) может быть рассчитана по формуле

$$S = 4 \cdot 10^{-6} \cdot П^2. \quad (4)$$

Доля не пригодной к реализации древесины после верхового пожара может быть определена по таблице 3.

Таблица 3 – Доля (%) непригодной к реализации древесины по видам после верховых пожаров

Вид пожара	Сосна	Кедр	Ель, пихта
Верховой устойчивый	50	30	70
Верховой беглый	30	20	60

Рассмотрим пример решения задачи.

Задача

На лесной территории площадью 1000 га с хвойными насаждениями (сосна) установилась жаркая, сухая погода с температурой в 12 часов дня $t_{воз}$ = 25 °С. Принимая, что точка росы равна $t_{росы}$ = 21 °С, определить, через сколько дней после установления жаркой погоды возникает пожароопасная обстановка.

Определить последствия пожара через 24 часа после возникновения, если начальный периметр низового пожара $П_0$ = 10 000 м, а скорость ветра – 4 м/с.

Решение

1. Из формулы (1) учетом данных таблицы 2 найдем количество дней, через которое возникает пожароопасная обстановка, при условии, что в эти дни $t_{возд}$, $t_{росы}$ = const.

Для этого перепишем выражение (1)

$$K = n \cdot \left(t_{возд} - t_{росы}\right) \cdot t_{возд}$$

и решим полученное уравнение относительно n

$$n = \frac{K}{(t_{возд} - t_{росы}) t_{возд}}.$$

Тогда по условиям примера (K = 550 – сосняки)

$$n = 550 /[(25 – 21)\ 25] = 5{,}5 \text{ дня.}$$

2. Учитывая, что сосняки относятся к первой группе по загораемости, для скорости ветра $v_в$ = 4 м/с и II классу пожарной опасности ($300 < K \leq 1000$, таблица 1), по графику на рисунке 1, *а*, определяем, что линейная скорость фронта верхового устойчивого пожара равна $V_{фр} \approx 90$ м/ч, а линейные скорости распространения флангов $V_{фл}$ и тыла $V_т$ определим по графикам на рисунках 1, *б* и 1, *в*)

$$V_{фл} \approx 20 \text{ м/ч}; \qquad V_т \approx 10 \text{ м/ч}.$$

3. Приращение периметра $\Delta П$ за τ = 24 часа найдем по формуле (1)

$$\Delta П = 3{,}3 \cdot 90 \cdot 24 \approx 7100 \text{ м}.$$

4. Периметр пожара $П$ через 24 часа после загорания по формуле (3) будет равен

$$П = 10\ 000 + 7100 = 17\ 100 \text{ м}.$$

5. Площадь пожара через 24 часа после начала будет равна (4)

$$S = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 17100^2 \approx 1200 \text{ га},$$

То есть пожар достигнет границ леса до окончания суток.

6. Определим время, за которое пожар охватит весь лесной массив площадью S_0 = 1000 га, используя формулы (2)–(4), приняв $S = S_0$,

$$\tau = \left(\sqrt{\frac{S_0}{4 \cdot 10^{-6}}} - П_0 \right) \Big/ \left(3{,}3 \cdot V_{фр} \right) =$$

$$= \left(\sqrt{\frac{1000}{4 \cdot 10^{-6}}} - 10\,000 \right) \Big/ \left(3{,}3 \cdot 90 \right) = 19{,}5.$$

4. Согласно таблице 2, после пожара окажутся непригодными к реализации 50 % леса.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить основные методики выполнения расчетов.

2. Выбрать вариант задания по таблице вариантов (таблица 4). Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.

3. Выписать из таблицы исходные данные.

4. Выполнить расчеты по образцу, подставив в формулы исходные данные своего варианта.

5. Оформить отчет по работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить у преподавателя.

Задание. На лесной территории площадью … га с хвойными насаждениями (сосна и кедр) установилась жаркая сухая погода с температурой в 12 часов $t_{воз}$ = 28 °С. Принимая, что точка росы равна $t_{росы}$ = 21 °С, определить, через сколько дней после установления жаркой погоды возникает пожароопасная обстановка.

Определить последствия пожара через 24 часа после возникновения, если начальный периметр низового пожара $П_0$ … = 10 000 м, а скорость ветра – 4 м/с.

Таблица 4 – Варианты заданий

№ варианта	Площадь, га	Начальный периметр пожара, м	Скорость ветра, м/с	Последствия через, ч
1	500	1000	10	24
2	1500	15 000	4	12
3	2500	25 000	6,5	24
4	8000	25 000	5,6	24
5	10 000	10 000	4,4	36
6	15 000	10 000	5,8	24
7	20 000	10 000	7,8	12
8	1000	20 000	6,5	12
9	20 000	40 000	4	24
10	16 000	30 000	6	24
11	24 000	5000	4	12
12–20	35 000	40 000	5,5	12
21–25	40 000	32 000	6	24

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П. 1 – Значения пробит-функции

$P_{пор,}$ %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,38	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,82
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Таблица П. 2 – Глубины зон возможного заражения ОХВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентные количества ОХВ, т															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	89,91	165	231	363
2	0,25	0,59	0,84	1,92	2,86	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,29	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,1	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	53,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	56,70
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	51,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	44,15
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,05	20,58	27,61	41,30
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	38,90
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	36,81
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,7	17,60	23,50	34,98

Примечания.
1. При скорости ветра больше 15 м/с размеры зон заражения принимать как при скорости ветра 15 м/с.
2. При скорости ветра меньше 1 м/с размеры зон заражения принимать как при скорости ветра 1 м/с.

Таблица П. 3 – Характеристика ОХВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

Наименование ОХВ	Плотность ОХВ ρ, т/м^3		$T_{кип}$, °С	$D_{пор}$, мг·мин/л	k_1	k_2	k_3	k_7 при различных температурах воздуха, °С				
	газ	жидкость						–40	–20	0	+20	+40
Аммиак: хранение под давлением;	0,0008	0,681	–33,42	15,0	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1,0	0,6/1,0	1,0/1,0	1,4/1,0
изотерм. хранение	–	0,681	–33,42	15,0	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
Водород: мышьяковистый;	0,0035	1,64	–62,47	0,2**	0,17	0,054	0,857	0,3/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
фтористый;	–	0,989	12,52	4,0	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1.0	1,0
хлористый;	0,0016	1,191	–85,1	2,0	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
бромистый;	0,0036	1,490	–66,77	2,4*	0,13	0,055	6,0	0,2/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
цианистый.	–	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1,0	1,3
Диметиламин	0,002	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1,0/1,0	2,5/1,0
Метиламин	0,0014	0,699	–6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1,0	1,0/1,0	2,5/1,0
Метил; бромистый;	–	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1,0/1,0	2,3/1,0
хлористый	0,0023	0,983	–23,76	10,8**	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1,0	0,6/1,0	1,0/1,0	1,5/1,0
Метилмеркаптан	–	0,857	5,95	1,7*	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1,0/1,0	2,4/1,0
Окислы азота	–	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,4	0	0	0,4	1,0	1,0

Продолжение таблицы

Окись этилена	–	0,862	10,7	22**	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1,0/1,0	3,2/1,0
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	– 10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1,0	1,0/1,0	1,7/1,0
Сероводород	0,0015	0,964	–60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
Сероуглерод	–	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1,0	2,1
Соляная кислота	–	1,198	–	2	0	0,021	0,3	0	0,1	0,3	1,0	1,6
Формальдегид	–	0,815	–19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1,0	0,5/1,0	1,0/1,0	1,5/1,0
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1,0/1,0	2,7/1,0
Фосфор треххлористый	–	1,57	75,3	3,0	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1,0	2,3
Фосфора хлорокись	–	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1,0	2,6
Фтор	0,0017	1,512	–188,2	0,95	0,95	0,038	3,0	0,7/1,0	0,8/1,0	0,9/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0
Хлор	0,0032	1,558	34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1,0	0,6/1,0	1,0/1,0	1,4/1,0
Хлорпикрин	–	1,658	112,3	0,2	0	0,002	3,0	0,03	0,1	0,3	1,0	2,9
Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,75	0,046	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1,0/1,0	3,9/1,0

Примечания.

1. В столбцах 10–14 в числителе k_7 для первичного облака, в знаменателе – для вторичного.
2. В столбце 6 численные значения токсидоз, помеченных звездочками, определены по соотношению $D_{пор} = 240\ k\ ПДК_{р.з.}$, где $ПДК_{р.з}$ – предельно допустимая концентрация рабочей зоны, мг/л; k = 5 для раздражающих ОХВ (помечены одной звездочкой) и k = 9 для прочих ОХВ (помечены двумя звездочками).
3. Значения k_1 для изотермического хранения аммиака приведено для случая разлива в поддон.

Таблица П. 4 – Критические тепловые нагрузки ($q_{кр}$) и время воспламенения (τ, с) при различной плотности теплового потока

Вещество, материал	$q_{кр}$, кВт/м²	Плотность теплового потока, кВт/м²				
		20	50	100	150	200
Солома	7,0	70,3	10,2	2,9	1,4	0,91
Пенопласт	7,40	73,7	10,3	2,9	1,5	0,91
Хлопок–волокно	7,50	74,7	10,4	2,9	1,5	0,92
Х/б ткани	8,37	83,9	10,7	3,0	1,5	0,92
Торф кусковой	9,8	103,6	11,4	3,1	1,5	0,93
Картон серый	10,8	122,4	11,8	3,1	1,5	0,94
Картон фибровый	10,88	124,1	11,9	3,1	1,5	0,94
Темная древесина, ДСП	12,56	172,3	12,7	3,2	1,5	0,96
Бензин А–66	12,6	173,8	12,8	3,2	1,6	0,96
Древесина сосновая	12,8	181,5	12,9	3,3	1,6	0,96
Резина	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Битумная кровля	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Пластик слоистый	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	0,97
Фанера	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	0,97
Бензин А–78	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	0,98
Древесина крашеная	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	0,99
Древесина обугленная	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	1,0

Таблица П. 5 – Скорость переноса (км/ч) переднего фронта облака зараженного воздуха при различном состоянии атмосферы

Скорость ветра, м/с	Состояние атмосферы		
	инверсия	изотермия	конвекция
1	5	6	7
2	10	12	14
3	15	18	21
4	21	24	28
5	–	29	–
6	–	35	–
7	–	41	–
8	–	47	–
9	–	53	–
10	–	59	–
11	–	65	–
12	–	71	–
13	–	76	–
14	–	82	–
15	–	88	–

Степень вертикальной устойчивости атмосферы

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, перемен. облачность	сплошная облачность	ясно, перемен. облачность	сплошная облачность	ясно, перемен. облачность	сплошная облачность	ясно, перемен. облачность	сплошная облач-ность
< 2	ин	из	из (ин)	из	кон (из)	из	из	из
2–3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
> 4	ин	из	из	из	из	из	из	из
Примечание. 1. Обозначения: ин – инверсия, из – изотермия, кон – конвекция.								

Таблица П. 7 – Значения коэффициента k_4 зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Таблица П. 8 – Коэффициент защищенности населения по месту его пребывания

Место пребывания или применяемые средства защиты	Время пребывания				
	15 мин	30 мин	1 час	2 часа	3–4 часа
Открыто на местности	0	0	0	0	0
В транспорте	0,95	0,75	0,41	–	–
В производственных помещениях	0,67	0,5	0,25	0,09	0
В жилых и общественных помещениях	0,97	0,92	0,80	0,38	0,09
В убежищах: с режимом регенерации воздуха; без режима регенерации воздуха	 1 1	 1 1	 1 1	 1 1	 1 1
В средствах индивидуальной защиты органов дыхания	0,7	0,7	0,7	0,7	0
Примечание. Коэффициент защищенности населения при использовании противогазов приведен для района пребывания людей не менее 1000 м от источника заражения.					

Таблица П. 9 – Среднесуточное распределение городского населения по месту его пребывания

Время суток, час		Место нахождения, %							
		жилые здания и здания культурно-бытового назначения	производственные здания	в транспорте			на улице (открыто)		
				города с населением (млн чел.)					
				0,25–0,5	0,5–1,0	более 1,0	0,25–0,5	0,5–1,0	более 1,0
1	6	94	6	–	–	–	–	–	–
6	7	74	6	7	9	12	13	11	8
7	10	22	50	9	11	17	19	17	11
10	13	28	52	6	7	10	14	13	10
13	15	45	37	4	4	7	14	14	11
15	17	27	49	8	9	13	15	15	12
17	19	45	24	10	12	15	20	18	15
19	01	77	14	4	4	6	5	5	3

Таблица П. 10 – Среднесуточное распределение сельского населения по месту его пребывания

Время суток, час		Место нахождения, %			
		поле и с/х производства		жилые помещения	
		днем	ночью	днем	ночью
1	6	25	10	75	90
6	7	60	40	40	60
7	10	75	75	25	25
10	13	80	80	20	20
13	15	85	75	15	25
15	17	85	50	15	50
17	19	80	40	20	60
19	01	50	20	50	80

Таблица П. 11 – Размеры зон радиоактивного загрязнения при запроектной аварии АЭС (скорость ветра $w_в$ = 5 м/с)

Масса радиоактивного выброса, т	Зоны	Реактор РБМК–1000		Реактор ВВЭР–440	
		L, км	В, км	L, км	В, км
3	А1	145	8,4	75	3,7
	А	34	3	10	0,3
10	А1	270	18	150	9
	А	75	4	30	1,2
	Б	18	0,7	–	–
	В	6	0,6	–	–
30	А1	420	31	280	18
	А	140	8	74	4
	Б	34	2	10	0,2
	В	18	0,6	–	–
50	А1	580	43	380	25
	А	190	12	100	6
	Б	47	2,4	17	0,1
	В	24	1	–	–
	Г	9	0,3	–	–

Таблица П.12 – Средние значения коэффициента ослабления $К_{осл}$

Наименование помещения и транспортного средства	$К_{осл}$
Открытые траншеи, щели	3
Перекрытые щели	50
Автомобили	2
Пассажирские вагоны	3
Производственные здания	7
Административные здания	8
Жилые дома (каменные):	
одноэтажные;	10
подвал;	40
двухэтажные;	15
подвал;	100
пятиэтажные;	27
подвал	400
Жилые деревянные дома:	
одноэтажные;	2
подвал	7
В среднем для населения:	
городского;	8
сельского	4

Таблица П. 13 – Доза внутреннего (ингаляционного) облучения при запроектной аварии с реакторами типа ВВЭР–1000 и РМБК–1000 (10^{-2} Гр)

R, км	Степень вертикальной устойчивости атмосферы и скорость ветра в м/с											
	конвекция				изотермия				инверсия			
	2	3	5	7	2	5	7	10	2	3	4	5
5	20	14	8,6	6,2	110	49	35	25	250	170	130	110
10	6,9	4,8	3,0	2,2	62	28	20	15	130	97	76	62
20	2,6	1,9	1,2	0,9	25	13	9,5	6,8	52	41	34	29
30	1,6	1,1	0,7	0,5	14	7,6	6,4	4,2	27	24	20	18
35	1,3	1,0	0,6	0,5	11	6,2	4,7	3,6	21	19	17	15
40	1,1	0,8	0,5	0,4	9,3	5,1	4,0	2,9	17	16	14	12
50	0,9	0,6	0,4	0,3	6,5	3,9	3,0	2,1	11	1	10	9,2
60	0,7	0,5	0,3	0,2	4,9	2,9	2,4	1,7	8,2	8,0	7,8	7,2

Таблица П. 14 – Основные дозовые пределы облучения (НРБ–99)

Нормируемая величина	Пределы доз	
	персонал (группа А)	население
Эффективная доза	20 мЗв в г. в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в г. в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза, мЗВ, за год:		
в хрусталике глаза;	150	15
в коже;	500	50
в кистях и стопах	500	50

Таблица П. 15 – Критерии принятия решения по защите людей в начальном периоде аварийной ситуации

Решения по защите	Поглощенная доза $D_{погл}$ за 10 суток, мГр			
Ранняя фаза	все тело		отдельные органы	
	нижний уровень	верхний уровень	нижний уровень	верхний уровень
1. Укрытие	5	50	50	500
2. Йодная профилактика				
взрослые;	–	–	250*	2500*
дети	–	–	100*	1000*
3. Эвакуация	50	500	500	5000
Примечание. * – Только для щитовидной железы.				

Таблица П. 16 – Вероятность P_I^3 получения зданиями различной степени повреждения (I) при землетрясениях

$J - J_c$	Степень повреждения					
	0	1	2	3	4	5
0	0,9	0,1				
1	0,4	0,5	0,1			
2	0,1	0,3	0,5	0,1		
3	0	0,1	0,3	0,5	0,1	
4	0	0	0,1	0,3	0,5	0,1
5	0	0	0	0,1	0,3	0,6
6	0	0	0	0	0,1	0,9

Таблица П. 17 – Максимальная скорость (м/с) ветра
бурь и ураганов на территории РФ при различной частоте возникновения

Регион, город	Частота возникновения		
	0,2	0,05	0,02
Алтайский край:			
Барнаул	35	42	48
Рубцовск	30	36	41
Краснодарский край:			
Армавир	31	37	42
Новороссийск	42	50	57
Сочи	28	33	38
Красноярский край:			
Абакан	30	36	41
Ачинск	31	37	42
Диксон	42	50	57
Дудинка	32	38	44
Норильск	40	48	55
Иркутская область:			
Иркутск	43	52	59

Продолжение таблицы

Приморский край:			
Владивосток	37	44	50
Находка	45	54	62
Хабаровский край:			
Комсомольск–на–Амуре	28	33	38
Хабаровск	27	32	37
Другие города РФ:			
Арзамас	27	32	37
Иваново	23	27	31
Кострома	28	33	38
Магнитогорск	30	36	41
Челябинск	23	27	31
Уфа	40	48	55
Новосибирск	26	31	35
Орел	27	32	37
Ростов–на–Дону	26	32	37
Рязань	26	31	35
Саратов	28	33	38

Таблица П. 18 – Скорость ветра (м/с), вызывающая определенную степень разрушения

Типы конструктивных решений зданий, сооружений и оборудования	Степень разрушения			
	слабая	средняя	сильная	полная
Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной конструкции	25–30	30–50	50–70	> 70
Кирпичные малоэтажные здания	20–25	25–40	40–60	> 60
Кирпичные многоэтажные здания	20–25	25–35	35–50	> 50
Административные многоэтажные здания и здания с металлическим и железобетонным каркасом	20–35	35–50	50–60	> 60
Крупнопанельные жилые здания	20–30	30–40	40–50	> 50
Складские кирпичные здания	25–30	30–45	45–55	> 55
Легкие склады–навесы с металлическим каркасом и шиферной кровлей	15–20	20–45	45–60	> 60
Склады–навесы из железобетонных элементов	25–35	35–55	55–70	> 70
Трансформаторные подстанции закрытого типа	35–45	45–70	70–100	> 100
Водонапорные башни: кирпичные; стальные	 30–35 30–35	 35–55 35–55	 55–85 55–85	 > 85 > 85
Резервуары: наземные металлические; частично заглубленные	 30–40 35–45	 40–55 45–65	 55–70 65–85	 > 70 > 85

Продолжение таблицы

Газгольдеры	30–35	35–45	45–55	> 55
Градирни: прямоугольные вентиляторные с железобетонным или стальным каркасом; цилиндрические вентиляторные из монолитного или сборного железобетона	 15–20 20–25	 20–30 25–35	 30–40 35–45	 > 40 > 45
Насосные станции: наземные кирпичные наземные железобетонные полузаглубленные железобетонные	 25–30 25–35 35–40	 30–40 35–45 40–50	 40–50 45–55 50–65	 > 50 > 55 > 65
Ректификационные колонны	25–30	30–40	40–55	> 55
Открытое распределительное устройство	20–25	25–35	35–55	> 55
Крановое оборудование	35–40	40–55	55–65	> 65
Подъемно–транспортное оборудование	35–40	40–50	50–60	> 60
Контрольно–измерительные приборы	20–25	25–35	35–45	> 45
Трубопроводы: наземные на металлических или железобетонных эстакадах	 35–45 35–40	 45–60 40–55	 60–80 55–65	 > 80 > 65
Кабельные наземные линии	25–30	30–40	40–50	> 50
Воздушные линии низкого напряжения	25–30	30–45	45–60	> 60
Кабельные наземные линии связи	20–25	25–35	35–50	> 50

Кейс-задания по защите населения в чрезвычайных ситуациях

Задача 1

Проблема с торфяными пожарами впервые возникла в Киргизии относительно недавно. На данный момент борьба с торфяными пожарами продолжается в ряде районов. Очаги горения находятся на расстоянии от 50 метров до 1 км юго-западнее трассы.

Ответьте на вопросы

1. Неконтролируемое горение растительности, распространяющееся по лесной территории, называется:

а) лесной пожар;

в) торфяной пожар;

б) степные и полевые пожары;

г) подземные пожары полезных ископаемых.

2. Соотнесите поражающие факторы пожара и их характеристики:

1. Первичные. 2. Вторичные:

а) выгоревшие пустоты при торфяных пожарах;

б) огонь;

в) обрушающиеся деревянные опоры линий электропередач и связи;

г) ядовитые газы (продукты задымления);

д) высокая температура воздуха;

е) пожары и взрывы на промышленных объектах и в жилых зданиях.

3. Комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможные уменьшения риска возникновения ЧС, а также на сохранение жизни и здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде, и материальных потерь в случае их возникновения называется:

а) неосторожное обращение с огнём;

б) подводное землетрясение;

в) поджоги;

г) самовозгорание веществ и материалов.

4. При приближении фронта пожара к населенному пункту необходимо:

а) спрятаться в доме;

б) создать запасы воды и песка;

в) увеличить противопожарные просветы между лесом и строениями;

г) вывести домашний скот;

д) складировать имущество в защищенных от огня местах.

Задача 2

Эпидемия сибирской язвы в Свердловске – вспышка заболеваний сибирской язвой, произошедшая в Свердловске (ныне Екатеринбург) в 1979 году. Согласно официальной версии, эпидемия (как и большинство других случаев заражения, сибирской язвой в мире) была вызвана мясом заражённого скота. Однако ряд исследователей и непосредственные участники событий уверены, что эпидемия была вызвана случайным выбросом в атмосферу облака спор сибирской язвы из военно-биологической лаборатории военного городка № 19, расположенного в Чкаловском районе города. Свердловск-19 входил в строго засекреченную систему «Биопрепарат», занимавшуюся разработкой и производством биологического оружия, запрещенного международной конвенцией, к которой в 1972 году присоединился и СССР. Другие считают её следствием диверсионно-террористического акта со стороны иностранных государств с целью провокации против указанной лаборатории и проверки эффективности отечественных средств защиты от иностранного бактериологического оружия.

1. Эпизоотия – это:

а) массовое распространение инфекционных болезней сельскохозяйственных животных;

б) медленное распределение в пределах определенного региона инфекционных болезней среди животных;

в) массовое инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений;

г) массовое инфекционное заболевание людей.

2. Биологические опасности – это опасности, происходящие от:

а) бактерий и вирусов;
б) ядовитых растений;
в) хищных животных;
г) любых живых объектов.

3. Процесс уничтожения насекомых-переносчиков болезней и вредителей сельского хозяйства называется _____:

4. Соотнесите понятия и их определение: а) эпидемический очаг; б) панфитотия; в) панзоотия; г) эпизоотический очаг:

1) высшая степень развития эпизоотии. Характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей одно государство, несколько стран, материк;

2) место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где при данной ситуации возможна передача возбудителя болезни восприимчивым животным;

3) массовое заболевание, охватывающее несколько стран или континентов;

4) место заражения и пребывания заболевшего, окружающие его люди и животные, а также территория, в пределах которой возможно заражение людей возбудителем инфекционных болезней.

5. Среди приведенных ниже организмов, укажите те, которые используются в качестве бактериологического оружия:

а) возбудитель чумы;
б) молочнокислые бактерии;
в) холерный вибрион;
г) возбудитель сибирской язвы;
д) возбудитель гриппа.

Задача 3

14 июля 2011 года произошло извержение вулкана Локон, расположенного в индонезийской провинции. Управление по ликвидации последствий стихийных бедствий Индонезии объявило запретной зону в радиусе 3,5 километра от кратера. Число эвакуированных превысило 2,5 тысячи человек.

11 ноября 2012 года в Мьянме произошло сильное землетрясение. Магнитуда подземных толчков составила 6,6; очаг землетрясения находился на глубине 10 километров. В результате землетрясения погибло пять человек.

Установите соответствие между указанными природными явлениями и совокупностью факторов, характеризующих указанные явления: ***Извержение вулкана; Землетрясение.***

Решение

Извержение вулкана – процесс выброса вулканом на земную поверхность раскаленных обломков, пепла, излияние магмы (расплавленная масса преимущественно силикатного состава, образующаяся в глубинных слоях Земли). Достигая земной поверхности, магма изливается в виде лавы. В местах выхода магмы и газов на поверхность земли образуется один или несколько кратеров воронкообразной или котлообразной формы. Основными поражающими факторами вулкана являются: раскаленная лава, газы, дым, пар, горячая вода, пепел, обломки горных пород, взрывная волна.

Землетрясение – подземные толчки и волновые колебания земной поверхности, которые возникают в результате внезапного разрыва земной коры или верхней части мантии. Центр очага землетрясения называется гипоцентром. Его проекция на земной поверхности – эпицентром. Эпицентр и прилегающая к нему территория называются плейстосейсмовой зоной. Интенсивность землетрясения в России определяется шкалой сейсмической интенсивности MSK-64 – 12-балльной шкалой интенсивности землетрясения Медведева – Шпонхойера – Карника, основанной на внешних проявлениях подземного толчка (воздействие на людей, предметы, строения, природные объекты).

Задание: составьте кейс-задания, используя информацию по ЧС на территории Кыргызстана по данным ведомственных отчетов.

Задача 4

9 августа 2012 года в результате ливневых дождей в Карелии произошло разрушение дамбы старого русла Маткожненского ручья. Вода затопила машинный зал Маткожненской ГЭС. Погибших

и пострадавших нет. Без электричества остался поселок Сосновец Беломорского района, где проживают 1,5 тысячи человек.

26 декабря 2012 года в Саяногорске (Хакасия) жители шести домов Ленинградского микрорайона остались без холодного водоснабжения. Как объяснили корреспонденту ИА «Хакасия» в оперативной службе ГО и ЧС администрации Саяногорска, на улице Металлургов в районе бывшего общежития прорвало трубу водовода.

Установите соответствие между указанными чрезвычайными ситуациями и совокупностью факторов, характеризующих указанные явления: ***Гидродинамическая авария; Коммунальная авария.***

Решение

Гидродинамическая авария – происшествие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его частей и последующим неуправляемым перемещением больших масс воды. Прорыв плотины – начальная фаза гидродинамической аварии, то есть процесса образования прорана и неуправляемого потока воды водохранилища из верхнего бьефа, устремляющегося через проран в нижний бьеф. Волна прорыва – волна, образующаяся во фронте устремляющегося в проран потока воды, имеющая значительную высоту гребня и скорость движения и обладающая большой разрушительной силой таранного действия. Основным последствием прорыва плотины является затопление местности.

В зависимости от его масштабов и последствий различают:

- катастрофическое затопление;
- прорывной паводок;
- некатастрофическое затопление.

Катастрофическое затопление – гидродинамическое бедствие, являющееся результатом разрушения плотины и заключающееся в стремительном затоплении ниже расположенной местности. Катастрофическое затопление распространяется со скоростью волны прорыва и приводит к затоплению обширных территорий слоем воды от 0,5 до 10 м и всего за 15–30 минут. При про-

рывном паводке и некатастрофическом затоплении эти параметры значительно меньше.

Коммунальная авария – авария, вызывающая сбой в обеспечении населения жилищно-коммунальными услугами. К коммунальной аварии относятся аварии в системе канализации, водо-, газо-, энерго- и теплоснабжения.

Причинами коммунальных аварий являются:

- изношенность труб, ветхость, некачественная подготовка инженерной инфраструктуры к отопительному сезону (36 %);
- несоблюдение правил технической эксплуатации оборудования, неквалифицированные действия обслуживающего персонала (32 %);
- природные факторы и стихийные бедствия (21 %);
- несанкционированное отключение электроэнергии, взрывы газа, пожары и т. д. (11 %).

Коммунальная авария может привести к травмированию или даже гибели людей, попавших в зону чрезвычайной ситуации, создать помехи в работе городского транспорта, спровоцировать ДТП и т. д.

Задание: составьте кейс-задания, используя информацию по ЧС на территории Кыргызстана по данным ведомственных отчетов.

Задача 5

8 февраля 2011 года на Калининградскую область обрушился ураган. Скорость ветра достигала 35 м/с. В результате стихия в десяти районах пострадали 54 тысячи человек.

22 мая 2011 года на американский штат Миссури обрушился мощный смерч (торнадо). Больше всех пострадал город Джоплин, где жертвами торнадо стали 116 человек. Торнадо снес целые кварталы. Обломки построек и транспорта смерч разбросал на территории радиусом в 100 км.

Установите соответствие между описанными природными явлениями и совокупностью факторов, характеризующих указанные явления: ***Ураган; Смерч.***

Решение

Ураган (тайфун) – это ветер огромной разрушительной силы скоростью 120 км/час и более, продолжительностью несколько суток. Ураганы сопровождаются выпадением большого количества осадков и понижением температуры воздуха. Поражающим фактором урагана является аэродинамический фактор (скоростной напор). Ширина урагана составляет от 20 до 200 км.

Смерч – восходящий вихрь, состоящий из быстро вращающегося воздуха, смешанного с частицами влаги, песка, пыли и других взвесей. Смерч возникает в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяется вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота. Средняя ширина смерча составляет 300–400 м, средняя скорость перемещения – 50–60 км/ч, общая длина пути – от сотен метров до сотен километров.

Задание: составьте кейс-задания, используя информацию по ЧС на территории Иркутской области по данным ведомственных отчетов.

Задача 6

20 марта 2012 года из-за сильного снегопада и ледяной корки на участке трассы М-5 «Урал» (Самара – Уфа – Челябинск) образовалась гигантская 60-километровая автомобильная пробка. Для расчистки дорожного полотна от снежных заносов, оказания помощи застрявшим автомобилям, обеспечения водителей и пассажиров горячим питанием, питьевой водой и дозаправки автомобилей топливом на место происшествия были вызваны несколько отрядов спасателей. Всего в ликвидации последствий участвовали 101 человек, 50 единиц техники.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь, называются _____ чрезвычайной ситуации.

Дайте понятие АВР и АСНДР.

Составьте кейс-задание на основе статистической информации по Иркутской области.

Решение

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов, называются ликвидацией чрезвычайной ситуации. Аварийно-спасательные работы проводятся в целях поиска и деблокирования пострадавших, оказания им медицинской помощи и эвакуации их в лечебные учреждения. Неотложные работы проводятся в целях создания условий для проведения аварийно-спасательных работ, предотвращения дальнейших разрушений и потерь, вызванных вторичными поражающими факторами, а также обеспечения жизнедеятельности объектов экономики и пострадавшего населения.

Задача 7

5 декабря 2009 года в ночном клубе «Хромая лошадь» в Перми произошел крупнейший по числу жертв пожар. По основной версии, пожар был вызван неосторожным применением пиротехники в клубе. От пожара пострадало 234 человека, включая 156 погибших. По заключению следствия, жертвы пожара погибли преимущественно из-за отравления угарным газом и продуктами горения, ожогов и давки.

Неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства, называется …

Дайте характеристику данного типа ЧС.

Назовите причины данного явления.

Составьте кейс-задание по пожарам в Иркутской области.

Решение

Неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам обще-

ства и государства, называется пожаром. Температура на пожарах обычно превышает 1000 °С. Продолжительность пожаров колеблется в значительных пределах, но в большинстве случаев не превышает 3–4 часов. В развитии пожара различают несколько стадий – начальную, стадии максимального развития и затухания. Риск фатальных исходов от пожаров составляет примерно $8 \cdot 10^{-5}$ чел/год. Причины возникновения пожаров разнообразны.

Задача 8

8 марта 2010 года в Ловозерском районе Мурманской области на перевале Северный Тавайок в результате схода лавины погибли четверо туристов из Беларуси. Двум участникам группы удалось спастись. Их попытки самостоятельно откопать пострадавших оказались безуспешными. По данным МЧС, ориентировочно в горном массиве сошло 2,1 тыс. $м^3$ снега: ширина лавины составила 7 метров, глубина – 3 метра и длина – 100 метров.

Если скорость лавины составляет 200 км/ч, а дальность ее выброса – 1 км, то время (в секундах), за которое лавина сойдет с горного массива, составит …

Решение

1. Рассчитаем время, за которое лавина пройдет расстояние 1 км со скоростью 200 км/ч:

$$t = \frac{S}{V};$$

$$t = \frac{1км}{200км/ч} = 0,005 \text{ ч}.$$

2. Переведем 0,005 часов в секунды:

0,005 ч · 3600 сек. = 18 сек.

Назовите причины данного явления.

Составьте кейс-задание по лавинам в Иркутской области.

Задача 9

Великий чикагский пожар произошел в Чикаго в 1871 году. Количество погибших человек составило 300 человек. Считается одной из главных катастроф XIX века и одним из самых главных

пожаров в истории человечества. Пожар уничтожил большую часть города. Были полностью уничтожены почти 18 тысяч зданий, треть жителей города остались без крова, а ущерб от пожара составил 222 миллиона долларов.

1. Неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства – это:

а) ураган;
в) оползень;
б) пожар;
г) взрыв.

2. Укажите последовательность действий при пожаре:

а) плотно закрыть двери и окна горящей комнаты;
б) покинуть помещение;
в) вызвать пожарную охрану;
г) забрать документы и деньги.
в, а, г, б.

3. Сопоставьте поражающие факторы пожара:

1. Первичные. 2. Вторичные:

а) падающие части зданий, сооружений, агрегатов, установок и систем;
б) дым и плохая видимость;
в) открытый огонь и искры;
г) токсические вещества и материалы из разрушенных механизмов и агрегатов.
1 – б, в. 2 – а, г.

4. Основные причины возникновения пожаров:

а) неосторожное обращение с огнём;
б) подводное землетрясение;
в) поджоги;
г) самовозгорание веществ и материалов.
а, в, г.

Задача 10

«Кыштымская авария» – крупная радиационная техногенная авария, произошедшая 29 сентября 1957 года на химкомбинате «Маяк», расположенном в закрытом городе «Челябинск-40». Сейчас этот город называется Озёрск. Авария называется Кыштымской ввиду того, что город Озёрск был засекречен и отсутствовал на картах до 1990 года. Кыштым – ближайший к нему город. 29 сентября 1957 года в 16:22 из-за выхода из строя системы охлаждения произошёл взрыв ёмкости объёмом 300 кубических метров, где содержалось около 80 м³ высокорадиоактивных ядерных отходов. Взрывом, оцениваемым в десятки тонн в тротиловом эквиваленте, ёмкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 метр весом 160 тонн отброшено в сторону, в атмосферу было выброшено около 20 млн кюри радиоактивных веществ.

1. Территория, на которой доза облучения за год может превышать нижний предел для потребления пищевых продуктов, называется:

а) зона радиационной аварии;

в) зона ограничений

б) зона возможного опасного радиоактивного загрязнения защиты населения;

г) зона экстренных мер

2. Единицей измерения эквивалентной доза излучения является:

а) рентген;

в) бэр;

б) рад;

г) грей.

3. Любой производственный объект, использующий ядерные материалы, а также место их хранения, транспортное средство, при аварии, на которой может облучение, радиоактивное заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также загрязнение окружающей среды в опасных дозах называется _____.

4. Соотнесите источники ионизирующих излучений с конкретными примерами:

1. Естественные. 2. Искусственные:

а) космическое излучение;

б) атомная энергетика;

в) радиационные стерилизаторы медицинских инструментов;

г) радиоактивные вещества на поверхности и в недрах Земли;

д) рентгеновские аппараты;

е) радиационные дефектоскопы.

5. Степень лучевой болезни, при которой доза облучения составляет 200–400 Рад:

а) легкая;

в) тяжелая;

б) средняя;

г) крайне тяжелая.

6. Соотнесите виды РОО с конкретными примерами:

1. Атомные станции.

2. Предприятия по изготовлению ядерного топлива.

3. Транспортные средства.

4. Стационарные военные объекты:

а) суды, космические корабли с ядерными установками;

б) хранилища ядерных боеголовок, ракетные старты;

в) ядерные реакторы и хранилища радиоактивных отходов;

г) урановые рудники, радиохимические заводы и захоронения радиоактивных отходов.

7. Установите последовательность действия населения при аварии на РОО:

а) уточнение местоположения РОО;

б) выяснение в территориальном управлении по делам ГО ЧС способов и средств оповещения при аварии;

в) получение информации о степени опасности объекта;

г) подготовка к эвакуации (документы, деньги, ценные вещи, накидки, плащи, резиновые сапоги, запас продуктов на 1 день, белье);

д) изучение инструкции о порядке действий в случае аварии на РОО;

е) создание запасов необходимых средств при аварии (герметизирующих материалов, йодных препаратов, продовольствия, воды и т. д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности: сборник нормативных документов по подготовке учащейся молодежи в области защиты от чрезвычайных ситуаций. – М.: ДиК, АСТ-ЛТД, 1998. – 704 с.
2. *Шахраманьян М.А.* Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика / М.А. Шахраманьян, В.А. Акимов, К.А. Козлов. – М.: ФИД Деловой экспресс, 1998. – 218 с.
3. *Храмов Г.Н.* Опасные природные процессы: учебное пособие / Г.Н. Храмов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 182 с.
4. *Васильев В.И.* Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В.И. Васильев. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 340 с.
5. *Храмов Г.Н.* Горение и взрыв / Г.Н. Храмов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – 278 с.
6. *Яковлев В.В.* Последствия аварийных взрывов газопаровоздушных смесей: учебное пособие / В.В. Яковлев, А.В. Яковлев. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 72 с.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): СП 2.6.1. 758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 116 с.
8. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99): СП 2.6.1. 799-99. – М.: Минздрав России, 2000. – 98 с.
9. *Дудко М.Н.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник / М.Н. Дудко, Н.И. Локтионов, В.И. Юртушкин и др. – М.: ГУУ, 2000. – 315 с.
10. *Буланенков С.А.* Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко и др. – Калуга: ГУП Облиздат, 2001. – 480 с.
11. *Акимов В.А.* Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. – М.: Высшая школа, 2006. – 592 с.

12. *Гельфанд Б.Е.* Фугасные эффекты взрывов / Б.Е. Гельфанд, М.В. Сильников. СПб.: ООО «Издательство “Полигон”», 2002. – 272 с.

13. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий и катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1994.

14. Сборник нормативно-методических рекомендаций по определению и возмещению ущерба от стихийных бедствий в аграрно-промышленном комплексе России. – М.: ЦНТИПР Минсельхозпрода России, 1995.

15. *Блехцин И.Я.* Производительные силы СССР и окружающая среда: проблемы и опыт исследования / И.Я. Блехцин, В.А. Минеев. – М.: Мысль, 1981.

16. *Блехцин И.Я.* Планирование и стимулирование рационального природопользования / И.Я. Блехцин [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1982.

17. *Брюс Дж.* Решающий год Международной декады по уменьшению опасности стихийных бедствий / Дж. Брюс // Остановить катастрофы. – 1994. – № 1 (17).

18. *Кофф Г.Л.* Оценка последствий чрезвычайных ситуаций / Г.Л. Кофф, [и др.]. – М.: Издательско-полиграфический комплекс РЭФИА, 1997.

19. Социалистическое природопользование: экономические и социальные аспекты / под ред. Н.Н. Некрасова, Е.В. Матвеева. – М.: Экономика; София: Партиздат, 1980.

20. *Филатов Ю.А.* Методика прогнозирования гидравлических последствий разрушения плотин водохранилищ / Ю.А. Филатов, И.В. Сумина. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1996.

21. *Халдеев В.П.* Расчет ущерба, наносимого сельскому хозяйству выбросами в атмосферу химическим комбинатом / В.П. Халдеев // Растения и промышленная среда. – Киев: Наукова думка, 1971.

22. *Шойгу С.К.* Основы государственного регулирования мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности России / С.К. Шойгу. – М.: Издательско-полиграфический комплекс РЭФИА, 1997.

23. *Giardini D.* The geological input in the practice ofseismic hazard assessment: the Kobe lessons // Active faulting studies for seismic hazard assessment (Extended Abstracts) / International school of Solid Earth geophysics. 1995. Instituto Nazionale di Geofisica. Italy. P. 79.

24. *Degg M.M.* Natural disartes: recent and future prospects // Geography. 1992 Vol. 77, № 3.

25. *Акимов В.А.* Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004.

26. *Тимофеева С.С.* Оценка экономической эффективности мероприятий по охране труда: методическое пособие для студентов / С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009.

27. *Филатов Ю.А.* Методика прогнозирования гидравлических последствий разрушения плотин водохранилищ / Ю.А. Филатов, И.В. Сумина. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1996.

28. *Тимофеева С.С.* Эколого-экономические и социальные последствия пожаров / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999.

29. *Тимофеева С.С.* Оценка экологического риска пожаров в городских агломерациях (на примере г. Иркутска) и пути его снижения / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев, С.Р. Хисматуллин. – Иркутск: ФГОУ ВСИ МВД России, 2009.

30. *Тимофеева С.С.* Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях / С.С. Тимофеева, Н.В. Бавдик, Ю.В. Шешуков. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1998.

31. *Акимов В.А.* Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. – М.: Высшая школа, 2006. – 592 с.: ил.

32. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / под ред. М.И. Фалеева. – Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. – 480 с.

33. *Мастрюков Б.С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Б.С. Мастрюков. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 336 с.

34. *Тимофеева С.С.* Защита в чрезвычайных ситуациях: практикум / С.С. Тимофеева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 168 с.
35. *Тимофеева С.С.* Безопасность жизнедеятельности: практикум / С.С. Тимофеева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – 113 с.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдыкалыков А.А.* Чрезвычайные ситуации. Природные явления. Правила поведения: учебное пособие. Ч. I / А.А. Абдыкалыков, Ж.Ы. Маматов, К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, Д.Ш. Кожобаев, К.И. Кенжетаев, Б.С. Матозимов, Т.Т. Эшмамбетов. – Бишкек, 2011. – 84с.

2. *Айдаралиев Б.Р.* Терминологический словарь по чрезвычайным ситуациям / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева, Н.Дж. Садабаева. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. – 124 с.

3. *Айдаралиев Б.Р.* Кыргызстандагы табигый кырсыктар, алардын алдын алуу жана даярдануу: учебник / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Б.А. Токторалиев, Н.Дж. Садабаева. –Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. – 60 с.

4. *Бозов К.Д.* Методические указания по выполнению дипломной работы (проекта) для специальности: «Защита в чрезвычайных ситуациях» / К.Д. Бозов, С.Т. Иманбеков, К.И. Кенжетаев, Б.С. Ордобаев, Б.Т. Кошматов, К.К. Бейшекеев, А.А. Сабитов, Т.Т. Турдубаев, В.Д. Савинков, Д.В. Бухов, Е.Н. Вигерина. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 55 с.

5. *Бозов К.Д.* Управление безопасностью в кризисных ситуациях природного и техногенного характера: учебно-методическое пособие / К.Д. Бозов, С.Т. Иманбеков, Б.С. Ордобаев, Е.Н. Вигерина. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 84 с.

6. *Бозов К.Д.* Чрезвычайные ситуации техногенного характера, правила поведения: учебное пособие, ч. II / К.Д. Бозов, Ж.Ы. Маматов, Б.С. Ордобаев, Д.Ш. Кожобаев, К.И. Кенжетаев, Ж.Ы. Матозимов, Т.Т. Эшмамбетов. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 64 с.

7. *Бозов К.Д.* Государственная экспертиза: учебно-методическое пособие / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, Б.Р. Айдаралиев, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2012. – 51 с.

8. *Бозов К.Д.* Спасательная техника и базовые машины: учебник для вузов / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов,

К.О. Кадыралиева, В.Д. Савинков, А.К. Камчыбеков, Д.Н. Мусуралиева. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2012. – 180 с.

9. *Бозов К.Д.* Гражданская защита от чрезвычайных ситуаций и действия населения в случае возникновения обстановки террористического характера / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, А.А. Сабитов. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 66 с.

10. *Бозов К.Д.* Действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, А.А. Сабитов. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 32 с.

11. *Бозов К.Д.* Организация работы органов управления образовательного учреждения по гражданской защите населения от чрезвычайных ситуаций / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, А.А. Сабитов. – Бишкек: КРСУ, 2011. – 63 с.

12. *Бозов К.Д.* Организация работы по антитеррористической защищенности образовательного учреждения / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, А.А. Сабитов. – Бишкек: КРСУ, 2011. – 42 с.

13. *Бозов К.Д.* Угрозы безопасности населения в чрезвычайных ситуациях и особенности борьбы с терроризмом в горных условиях: учебное пособие / К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, А.А. Сабитов. – Бишкек: КРСУ, 2011. – 29 с.

14. *Иманбеков С.Т.* Оценка экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций: учебно-метод. пособие по выполнению дипломного проекта для студентов специальности «ЗЧС» / С.Т. Иманбеков, К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2012. – 193 с.

15. *Карабаев М.Ж.* Единые правила безопасности труда на водолазных работах: учебно-метод. пособие / М.Ж. Карабаев, Б.С. Ордобаев, Д.Н. Мусуралиева. – Бишкек: КРСУ, 2013. – 36 с.

16. *Карабаев М.Ж.* Памятка по оказанию первой помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях / М.Ж. Карабаев, Б.С. Ордобаев, Д.Н. Мусуралиева. – Бишкек: КРСУ, 2013. – 67 с.

17. *Кожобаев Д.Ш.* Чрезвычайные ситуации биологического характера, правила поведения учебное пособие, ч. IV / Д.Ш. Кожобаев, Б.С. Ордобаев, Ж.Ы. Маматов, К.Д. Бозов, Б.С. Матозимов, К.И. Кенжетаев, У.У. Матмурадов, Н.Шамшиев. – Бишкек, 2011. – 28 с.

18. *Маматов Ж.Ы.* Чрезвычайные ситуации экологического характера, правила поведения: учебное пособие, ч. III / Ж.Ы. Маматов, К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, Д.Ш. Кожобаев, К.И. Кенжетаев, Б.С. Матозимов, Т.Т. Эшмамбетов. – Бишкек, 2011. – 64 с.

19. *Ордобаев Б.С.* Оценка химической обстановки при ЧС на химически опасных объектах: учебное пособие / Б.С. Ордобаев, К.Д. Бозов, К.О. Кадыралиева, А.С. Шаназарова, З.Н. Намазов. – Бишкек: КРСУ, 2012. – 52 с.

20. *Ордобаев Б.С.* Чрезвычайные ситуации, классификация, правила поведения: учебник для вузов / Б.С. Ордобаев, К.А. Боронов. – Бишкек, 2013. – 296 с.

21. *Ордобаев Б.С.* Устойчивость объектов экономики при чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Б.С. Ордобаев, К.О. Кадыралиева, А.С. Шаназарова. – Бишкек: КРСУ, 2013. – 32 с.

22. *Ордобаев Б.С.* Чрезвычайные ситуации социального характера, правила поведения: учебное пособие, ч. V / Б.С. Ордобаев, Ж.Ы. Маматов, Д.Ш. Кожобаев, К.И. Кенжетаев, Н. Шамшиев, У.У. Матмурадов. – Бишкек, 2011. – 108 с.

23. *Ордобаев Б.С.* Технические средства проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ: учебно-метод. пособие / Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов, Б.Р. Айдаралиев, Н.Д. Садабаева. – Бишкек: КРСУ, 2013. – 140 с.

24. *Шаназарова А.С.* Безопасность и риск. Управление рисками: учебное пособие / А.С. Шаназарова, К.Д. Бозов, Б.С. Ордобаев, Б.К. Орозалиев. – Бишкек: КРСУ, 2012. – 67 с.

25. *Курманова Г.К.* Англо-русско-кыргызский словарь по чрезвычайным ситуациям / Г.К. Курманова, А.Т. Турдубаева. – Бишкек: КРСУ, 2012. – 148 с.

26. *Сваров М.Х.* Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций / М.Х. Сваров, Т.А. Джумакунов, Т.А. Темиралиев. – Бишкек, 2012. – 172 с.

27. *Ордобаев Б.С.* Опасные природные процессы: учебник для вузов / Б.С. Ордобаев, К.Б. Бактыгулов. – Бишкек: Айат, 2014. – 244 с.

28. *Ордобаев Б.С.* Безопасность спасательных работ: учебное пособие для студентов специальности «ЗЧС» / Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов, Б.А. Иманбаев, Д.Н. Мусуралиева, Н.Дж. Садабаева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 96 с.

29. *Ордобаев Б.С.* Безопасность жизнедеятельности: учебно-метод. рекоменд. к практ. занятиям, ч. 1 / Б.С. Ордобаев, Г.А. Шабикова, К.О. Кадыралиева, Д.Н. Мусуралиева. – Бишкек: КРСУ, 2014. 32 с.

30. *Ордобаев Б.С.* Управление рисками в чрезвычайных ситуациях: учебник / Б.С. Ордобаев, Б.М. Сеитов, К.О. Кадыралиева, А.С. Шаназарова, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 138 с.

31. *Ордобаев Б.С.* Пожаровзрывозащита: метод. указания к проведению практ. занятий / Б.С. Ордобаев, У.З. Исмаилов, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 58 с.

32. *Айдаралиев Б.Р.* Организация и ведение аварийно-спасательных и других неотложных работ с участием нештатных аварийно-спасательных формирований: учебное пособие / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, У.М. Шамырканов, Н.Дж. Садабаева. – Бишкек: Айат, 2014. – 47 с.

33. *Ордобаев Б.С.* Системы связи и оповещения», методические указания к проведению практических занятий / Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов, Ш.С. Абдыкеева, Ж.Б. Ордобаев. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 52 с.

34. *Ордобаев Б.С.* Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для студентов направления «Техносферная безопасность» профиля «ЗЧС» / Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов, Ш.С. Абдыкеева – Бишкек: КРСУ, 2014. – 82 с.

35. *Ордобаев Б.С.* Инженерная защита населения и территории: учебник для вузов / Б.С. Ордобаев, Б.М. Сеитов, К.О. Кадыралиева и др. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 160 с.

36. *Ордобаев Б.С.* Опасные природные процессы: метод. указания к проведению практ. занятий / Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 70 с.

37. *Ордобаев Б.С.* Пожаровзрывозащита: метод. указания к проведению практ. занятий № 2 / Б.С. Ордобаев, У.З. Исмаилов, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 56 с.

38. *Тыналиев К.А.* Тактика сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны: учебное пособие для студентов направления «ЗЧС» (бакалавриат) / К.А. Тыналиев, Б.С. Ордобаев. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 172 с.

39. *Айдаралиев Б.Р.* Вводный курс «Введение в специальность: Защита в чрезвычайных ситуациях»: учебно-метод. пособие / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Н.Дж. Садабаева, Ш.С. Абдыкеева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 162 с.

40. *Айдаралиев Б.Р.* Основы проектирования и рекомендации по инженерной защите территорий, зданий и сооружений от подтоплений и затоплений: учебно-метод. пособие / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Р.С. Супаналиев, Н.Дж. Садабаева. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 150 с.

41. *Ордобаев Б.С.* Исследование проблем сейсмостойкости, сейсмозащиты, теплозащиты и шумозащиты зданий: монография / Б.С. Ордобаев, Б.С. Матозимов. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 176 с.

42. *Айдаралиев Б.Р.* Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней: учебное пособие, / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Р.С. Супаналиев, Н.Дж. Садабаева, Атамбек уулу М. – Бишкек: Айат, 2014. – 200 с.

43. *Ордобаев Б.С.* Проведение практических занятий по водолазной подготовке: метод. указание / Б.С. Ордобаев, М.Ж. Карабаев, К.Д. Бозов, Д.Н. Мусуралиева, С.О. Отомбаев. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 106 с.

44. Отчет по НИР «Теоретические и экспериментальные исследования сейсмических воздействий на здания и сооружения и разработка эффективных мер сейсмозащиты. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 112 с.

45. *Ордобаев Б.С.* Система связи и оповещения: курс лекций / Б.С. Ордобаев, З.Н. Намазов, Ш.С. Абдыкеева, Ж.Б. Ордобаев. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 148 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ……..5
ВВЕДЕНИЕ 7
ГЛАВА 1. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА 9
1.1. Основные понятия и определения 9
1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций 13
1.3. Чрезвычайные ситуации природного характера 20
1.3.1. Землетрясения 20
1.3.2. Селевые потоки 23
1.4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера 34
1.4.1. Пожары 34
1.4.2. Техногенные взрывы 41
1.4.3. Аварии на радиационно опасных объектах 46
1.4.4. Аварии на химически опасных объектах 50
ГЛАВА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 56
2.1. Общие положения 56
2.2. Прогнозирование последствий пожаров 58
2.3. Прогнозирование последствий техногенных взрывов 61
2.4. Прогнозирование химической обстановки при авариях на химически опасных объектах 62
2.4.1. Общие положения 62
2.4.2. Последовательность прогнозирования химической обстановки 63
ГЛАВА 3. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 65
3.1. Нормативная правовая база обеспечения защиты населения 65
3.2. Организация гражданской защиты в Кыргызской Республике 67
ГЛАВА 4. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ 71
4.1. Основные принципы защиты населения 73
4.2. Меры безопасности и защиты от опасных природных явлений 77

4.3. Защита человека от физических негативных факторов 86
4.4. Защита от шума, инфра- и ультразвука 90
4.5. Защита от электромагнитных полей и излучений 94
ГЛАВА 5. УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 100
5.1. Оценка устойчивости объектов экономики 102
5.2. Мероприятия по повышению устойчивости объектов экономики 104
ГЛАВА 6. ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ 119
6.1. Основы организации аварийно- спасательных и других неотложных работ 119
6.2. Организация всестороннего обеспечения аварийно-спасательных и других неотложных работ 123
6.3. Меры безопасности при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ 125
ГЛАВА 7. ГЛОБАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ, СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ 129
7.1 Понятие глобальных проблем безопасности 129
7.2. Анализ и пути комплексного решения глобальных проблем 133
7.3. Общая характеристика комплексной системы обеспечения безопасности 138
7.3.1. Общие требования к созданию комплексной системы обеспечения безопасности 138
7.4. Общие принципы построения комплексной системы безопасности 143
7.5. Условия функционирования систем безопасности 146
7.6. Управление безопасностью 148
ГЛАВА 8. ОБЩАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯИ ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ 150
8.1. Общая характеристика угроз, опасностей и рисков, характерных для Кыргызской Республики 150

8.2. Актуальные задачи комплексного оценивания
безопасности территории Кыргызской Республики 177
8.3. Комплексный подход к вопросам обеспечения
безопасности населения Кыргызской Республики 182
ГЛАВА 9. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНО-
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА 188
9.1. Планирование защиты населения и территорий
от чрезвычайных ситуаций 188
9.2. Мероприятия по комплексной защите и жизнеобеспечению
населения в чрезвычайных ситуациях 190
9.3. Основные мероприятия в сфере защиты населения
и территорий от чрезвычайных ситуаций 193
9.4. Способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций
природно-техногенного характера 202
ГЛАВА 10. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ 231
Практические работы по защите в чрезвычайных ситуациях ... 231
Практическая работа 1 233
Практическая работа 2 247
Практическая работа 3 255
Практическая работа 4 265
Практическая работа 5 289
Практическая работа 6 297
Практическая работа 7 308
Практическая работа 8 314
Практическая работа 9 321
ПРИЛОЖЕНИЯ 328
Список использованной литературы 359

Светлана Семёновна Тимофеева,
Бейшенбек Сыдыкбекович Ордобаев,
Ширин Суюнбаевна Абдыкеева

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебник

Редактор *Н.В. Шумкина*
Компьютерная верстка *Д.Ю. Иванова*

Подписано в печать 9.12.2021
Печать офсетная. Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$.
Объем 23,5 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 14

Издательство КРСУ
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, 2а

ТИМОФЕЕВА
Светлана Семеновна

Заведующая кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, д-р техн. наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ), «Почетный работник высшего образования», академик Российской Академии Естествознания, Заслуженный профессор ИРНИТУ, член ученого совета, научный руководитель Научно-исследовательской лаборатории промышленной и пожарной безопасности, директор Восточно-Сибирского Центра коллективного пользования научным оборудованием «Техносферная безопасность» и научным руководителем по направленностям аспирантуры.

Является автором и соавтором более 380 научных публикаций, 65 учебных пособий и монографий, получила 110 патентов, многие разработки внедрены в производство.

ОРДОБАЕВ
Бейшенбек Сыдыкбекович

Заведующий кафедрой «Защита в чрезвычайных ситуациях» КРСУ им. Б. Н. Ельцина, канд. техн. наук, профессор, отличник образования Кыргызской Республики, Почетный строитель КР. Член Общественного Совета стран СНГ по экологическому образованию, член НТС МВК по гражданской защите при Правительстве Кыргызской Республики, эксперт в области сейсмического риска и сейсмической опасности.

Является автором и соавтором более 700 научных трудов, в том числе 10 монографий, 25 учебников и учебных пособий с грифом МОиН КР, 40 патентов на изобретения, полезные модели и авторские свидетельства. Имеет ведомственные награды и медали, имеет чин Советника Госслужбы 2 класса.

АБДЫКЕЕВА
Ширин Суюнбаевна

Старший преподаватель кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» КРСУ им. Б.Н. Ельцина. Автор и соавтор более 50 научных трудов, в том числе 2 учебников с грифом Министерства образования и науки Кыргызской Республики, 2 статей в журналах Scopus, учебных и учебно-методических пособий, 5 свидетельств авторского права Кыргызпатента.

Победительница международных, вузовских конкурсов. Награждена дипломом ректора КРСУ, почетной грамотой Министра чрезвычайных ситуаций КР, Агентства Государственной противопожарной службы при МЧС КР, Государственного агентства по регулированию топливно-энергетического комплекса при Правительстве КР, имеет медаль от Общественного экологического движения «Ала-Тоо айымдары».