

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий
Академия Государственной противопожарной службы

Безопасность жизнедеятельности

Учебник

Допущено Министерством Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий
в качестве учебника для высших образовательных учреждений
МЧС России

Москва
2016

УДК 614.8
ББК 68.9
С28

Рецензенты:

В. А. Акимов, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации,
лауреат премии Правительства Российской Федерации
в области науки и техники,
начальник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ);

М. В. Гомонай, доктор технических наук, профессор,
заслуженный изобретатель Российской Федерации,
профессор кафедры эксплуатации транспортно-технологических машин
и комплексов Академии гражданской защиты МЧС России;

А. А. Таранов, кандидат технических наук,
лауреат премии Правительства Российской Федерации
в области науки и техники,
начальник Управления реализации программ и контроля
эффективности бюджетных расходов МЧС России

Седнев В.А. и др.

С28 Безопасность жизнедеятельности: учебник / В. А. Седнев, С. И. Воронов
А. В. Баринов, Н. И. Седых, И. А. Лысенко, Н. А. Сергеенкова,
Е. И. Кошечая, П. А. Аляев. – М. : Академия ГПС МЧС России,
2016. – 303 с.

ISBN 978-5-9229-0103-1

В учебнике рассмотрены основы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и создания нормального состояния среды обитания; основные опасности техногенного характера, мероприятия по защите от них и их планирование; методики анализа, оценки и прогнозирования чрезвычайных ситуаций; способы защиты населения и персонала объектов экономики от чрезвычайных ситуаций.

Учебник рассчитан на широкий круг специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

УДК 614.8
ББК 68.9



© Седнев В.А., Воронов С.И., Баринов А.В.,
Седых Н.И., Лысенко И.А., Сергеенкова Н.А.,
Кошечая Е.И., Аляев П.А., 2016

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2016

Предисловие

Современное общество характеризуется высоким уровнем использования технических средств, предназначенных для удовлетворения жизненных потребностей человека. Жизнедеятельность человека, направленная на создание комфортной искусственной среды обитания, зачастую создает угрозу жизни и здоровью людей. При этом человек остается ключевым элементом всех сфер деятельности экономики (технические, физические, биологические, информационные и социальные), обслуживая и контролируя различные системы и процессы.

Безопасность по отношению ко всем людям – это цель, а безопасность жизнедеятельности – средства, пути и методы ее достижения. Предметы изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»: физиологические и психологические возможности человека, формирование безопасных условий и оптимизация их и др.

Безопасность жизнедеятельности – наука о нормированном, комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания.

Решение этой проблемы заключается в обеспечении нормальных (комфортных) условий деятельности людей в их жизни, а также защите человека и окружающей его среды от воздействия вредных факторов, превышающих нормативные допустимые уровни.

Основная цель безопасности жизнедеятельности, как науки, – защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности. Средством достижения цели является реализация обществом знаний, направленных на уменьшение в техносфере физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений. Это и определяет совокупность знаний, входящих в науку о безопасности жизнедеятельности.

Учебник подготовили: лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, доктор технических наук, профессор В. А. Седнев – предисловие, введение, гл. 1–10, заключение; доктор биологических наук, профессор С. И. Воронов – гл. 6–7; доктор технических наук, профессор А. В. Баринов – гл. 1–2; кандидат военных наук Н. И. Седых – гл. 8; кандидат технических наук И. А. Лысенко – гл. 10; кандидат технических наук Н. А. Сергеенкова – гл. 4, 9; кандидат технических наук Е. И. Кошечкина – гл. 3; старший преподаватель П. А. Аляев – гл. 4.

Введение

Условием устойчивого развития общества является безопасность человека и окружающей природной среды и их защищенность от воздействия вредных техногенных факторов.

Воздействие негативных факторов производственной среды на человека приводит к его травмированию и профессиональным заболеваниям, при этом сохранение трудовых ресурсов и здоровья населения является приоритетом государственной социальной политики.

К опасным и вредным факторам естественного происхождения (солнечная радиация, наводнения и др.) прибавились опасные и вредные факторы антропогенного происхождения (загрязнение атмосферы вредными веществами, шум, вибрация, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.), связанные с деятельностью человека.

Производственная среда обладает повышенной концентрацией опасных травмирующих и вредных факторов, основными носителями которых являются различные технические устройства, химически и биологически активные вещества, энергетические источники, отклонения от допустимых параметров микроклимата рабочей зоны и др.

Перечень техногенных опасностей включает более ста видов, при этом на уровень травматизма работающих оказывают влияние также их профессионализм, уровень знаний и навыков безопасной работы, психофизическое состояние, соблюдение трудовой дисциплины и правил техники безопасности.

Воздействие техногенных факторов в совокупности создает техногенную опасность, которая определяется как состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному и транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

В то же время промышленное производство, сконцентрировав в себе запасы различных видов энергии, стало источником техногенной опасности и возникновения аварий. При этом примерно 90 % от общего числа чрезвычайных ситуаций имеют техногенную природу.

Среди факторов, определяющих рост числа аварий, называют:

– рост числа предприятий с высокой степенью концентрации производства;

– увеличение в промышленности доли высоких технологий и сложных технологических систем и интенсификация производства (возрас-

тание мощности технологических установок, увеличение технологических параметров – температуры, давления и т. п.);

– размещение промышленных комплексов в непосредственной близости от мест проживания людей;

– сжатые сроки введения производства в эксплуатацию и жесткая конкуренция, что исключает проведение в полном объеме необходимого комплекса работ по обеспечению безопасности, и др.

Огромные масштабы социально-экономических последствий аварий техногенного характера переводят проблему обеспечения безопасности населения, территорий, объектов экономики и окружающей природной среды в ряд наиболее актуальных проблем современности.

Безопасность жизнедеятельности – одна из дисциплин, определяющих профессиональную подготовку выпускников. В рамках ее изучаются: основы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и создания нормального состояния среды обитания; основные опасности техногенного характера и мероприятия по защите от них и по предупреждению воздействия негативных факторов на человека; методики анализа, оценки и прогнозирования чрезвычайных ситуаций; способы защиты населения и персонала объектов экономики от чрезвычайных ситуаций; требования и мероприятия в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Аксиомы безопасности жизнедеятельности: всякая деятельность потенциально опасна; для каждого вида деятельности существуют комфортные условия, способствующие ее максимальной эффективности; все естественные процессы, антропогенная деятельность и объекты деятельности обладают склонностью к спонтанной потере устойчивости или к длительному негативному воздействию на человека и среду его обитания; безопасность реальна, если негативные воздействия на человека не превышают предельно допустимых значений с учетом их комплексного воздействия; допустимые значения техногенных негативных воздействий обеспечиваются соблюдением требований экологичности и безопасности к техническим системам и др.

Поэтому объектом изучения дисциплины является комплекс отрицательно воздействующих явлений и процессов в системе «человек – среда обитания», а предметом изучения дисциплины являются вопросы обеспечения безопасного взаимодействия человека со средой обитания и защиты населения от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Глава 1. Основы безопасности жизнедеятельности

1.1. Взаимодействие человека и среды обитания

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с окружающей его средой обитания. В процессе жизнедеятельности человек и среда обитания постоянно взаимодействуют друг с другом, образуя систему «человек – среда обитания».

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Основная мотивация человека в его взаимодействии со средой обитания направлена на решение, как минимум, двух основных задач:

- обеспечение своих потребностей в пище, воде и воздухе;
- создание и использование защиты от негативных воздействий среды обитания.

В системе «человек – среда обитания» происходит непрерывный обмен потоками вещества, энергии и информации. Обмен потоками вещества и энергии характерен и для процессов, происходящих без участия человека (поступление на Землю солнечной энергии, перенос воздушных масс, водные потоки и т. п.).

Потоки веществ, энергии и информации имеют естественную, техногенную и антропогенную природу и зависят от масштабов преобразующей деятельности человека и состояния среды обитания.

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются в условиях, когда потоки вещества, энергии и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой.

Среда обитания человека подразделяется на производственную и непроизводственную (бытовую).

Основным элементом *производственной среды* является труд, который состоит из взаимосвязанных элементов, составляющих структуру труда:

- субъектов труда, машин, средств и предметов труда;
- процессов труда, состоящих из действий как субъектов, так и машин;
- продуктов труда, как целевых, так и побочных, в виде образующихся вредных и опасных примесей в воздушной среде;

– производственных отношений (организационных, экономических, социально-психологических, правовых).

Элементы *непроизводственной среды* – это природная среда в виде географо-ландшафтных, геофизических, климатических элементов, стихийных бедствий, в том числе пожаров от молний и других природных источников.

Природные процессы в виде газовыделений из горных пород и т. п. могут проявляться как в непроизводственной форме (сфере), так и производственной, особенно в таких отраслях экономики как строительство, горной промышленности, геологии, геодезии и т.д.

Общую культуру составляют такие элементы, как нравственная, общеобразовательная, правовая культура и культура общения.

Человек находится в теснейшей связи со всеми элементами среды обитания в процессе своей деятельности.

1.2. Основные формы деятельности человека

Деятельность человека можно разделить на три основные группы по характеру выполняемых им функций (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Основные формы деятельности человека

1.2.1. Проявление мышечной деятельности при физической работе

Труд – это целесообразная деятельность человека, выполнение человеком энергетических функций в системе «человек – орудия труда».

Трудовой процесс – это согласованное поднятие активности, функциональной дееспособности тканей, органов и организма в целом, регулируемое центральной нервной системой и корой головного мозга.

Внешним проявлением трудового процесса является мышечная деятельность человека при физической работе. При физической работе наблюдаются два проявления мышечной деятельности:

- переменное мышечное усилие с изменением длины мышцы и перемещением тела – динамическая работа;
- постоянное усилие без изменения длины мышцы – статическая работа.

Динамическая работа связана с перемещением тела человека, его рук, ног, пальцев в пространстве; *статическая* – с воздействием нагрузки на верхние конечности, мышцы корпуса и ног при удержании груза, при выполнении работы стоя или сидя.

Динамическая физическая работа, при которой в процессе трудовой деятельности задействовано более 2/3 мышц человека, называется *общей*; при участии в работе от 2/3 до 1/3 мышц человека (мышцы только корпуса, ног, рук) – *региональной*; при *локальной* динамической работе задействовано менее 1/3 мышц (например, набор текста на компьютере).

Динамическая работа менее утомительна, т.к. происходит чередование сокращений и расслабления мышц.

При *статической* работе мышцы находятся длительное время в неизменном состоянии – усталость наступает раньше.

При выполнении физической работы работа мышц является смешанной. При возбуждении мышц во время работы происходит превращение потенциальной энергии питательных веществ в работу с выделением тепла.

Изменения в организме при трудовом процессе

В процессе труда мышцам требуется в повышенном количестве кислород и питательные вещества (белки, углеводы и жиры), и в организме происходят изменения в крови, в сердечно-сосудистой системе и системе дыхания, обеспечивающие поддержание этих повышенных потребностей.

Во время работы в результате сложных превращений в мышцах образуются продукты обмена веществ – углекислота, вода и некоторые соли.

Доставка к мышцам и тканям кислорода, питательных веществ и перенос от них продуктов обмена веществ осуществляется кровью. При выполнении работы происходят количественные и качественные изменения в крови. Количественные изменения в крови выражаются увеличением числа эритроцитов и лейкоцитов.

Эритроциты – клетки крови, участвующие в переносе кислорода кровью, а лейкоциты – клетки, выполняющие защитную роль (захватывают и переваривают бактерии; вырабатывают антитела, уничтожающие микробы).

Качественные изменения в крови – это усиление регенерации эритроцитов, заключающееся в увеличении их молодых форм, которые интенсивнее отдают кислород тканям.

Перенесенный кровью из легких к тканям кислород участвует в сложных химических превращениях, называемых тканевым дыханием. При этом

дыхании, наряду с другими продуктами обмена, образуется углекислый газ, который, попадая в кровь, превращается в угольную кислоту.

При поступлении в легкие углекислый газ освобождается и выдыхается с воздухом.

Физиологические особенности человека заключаются в следующем:

– в состоянии покоя человек потребляет 300 см^3 кислорода в минуту, мозг – $1/6$ часть этого количества;

– углеводов потребляется 500 г/сутки , мозгом – $1/5$ часть этого количества;

– скорость крови – $15\text{--}20 \text{ см/с}$ в аорте и до $0,5 \text{ мм/с}$ в капиллярах;

– легочная вентиляция в состоянии покоя – $0,4\text{--}0,5 \text{ л/с}$;

– полный оборот частиц крови – $20\text{--}24 \text{ с}$, а при тяжелой физической работе время кругооборота уменьшается в $4\text{--}5$ раз;

– число сокращений сердца взрослого человека – 72 раза/мин ;

– сердце выбрасывает 25 л крови в час.

Углеводы в крови находятся, главным образом, в виде глюкозы, которая непрерывно расходуется тканями организма, особенно мышцами при физической работе. При окислении глюкозы в тканях освобождается необходимая им энергия. Продуктом обмена углеводов является молочная кислота.

Изменения в сердечно-сосудистой и дыхательной системе

При работе одного изменения состава крови недостаточно, возникает необходимость увеличения подачи крови – увеличения скорости ее движения, что обеспечивается усилением деятельности сердечно-сосудистой системы (усилением притока крови к сердцу, зависящим от интенсивности работы; большим наполнением и опорожнением сердца; учащением сокращений сердца; увеличением объема крови, выбрасываемого сердцем в минуту).

Увеличение притока крови к работающим мышцам также связано с перераспределением ее в организме. Большая часть крови подается к работающим органам, что достигается за счет сосудистой реакции (расширение одних и сужение других сосудов).

Кроме того, для увеличения циркулирующей крови используется возможность сосудистой системы (легких, кожи, печени) обеспечивать хранение запаса крови в «кровяных депо» – местных расширениях сосудов. При тяжелой физической работе сосуды, в которых депонируется кровь, «оживают» и подают кровь в общий поток.

Основной путь поступления кислорода в организм – это система

дыхания. Если в покое человек потребляет 150–300 см³ кислорода в минуту, то при тяжелой работе эта потребность возрастает в 10–15 раз, что обеспечивается увеличением легочной вентиляции, т.е. увеличением количества воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого за одну минуту.

Утомление

При трудовом процессе может наступить такое состояние организма, когда его работоспособность снижается, – наступает утомление.

Утомление – это состояние организма, вызванное физической или умственной работой, при котором понижается его работоспособность. Ощущение усталости является одним из признаков утомления.

Считается, что причинами утомления являются:

- накопление молочной кислоты и других продуктов обмена в мышцах;
- снижение работоспособности периферических нервных аппаратов;
- утомление центрального (коркового) звена нервной системы.

Наиболее верной является центрально-корковая теория утомления при мышечной работе. Согласно ей утомление представляет корковую защитную реакцию и означает снижение работоспособности, в первую очередь, корковых клеток. При физической работе утомление определяется тремя признаками:

– *нарушением автоматичности движения*. Если в начале работы человек может выполнять и побочную работу (разговор и т. д.), то по мере утомления эта возможность теряется и побочные действия наносят ущерб основной работе;

– *нарушением двигательной координации*. При утомлении работа организма становится менее экономной, нарушается координация движений, что ведет к снижению производительности труда, росту брака, увеличению несчастных случаев;

– *нарушением вегетативных реакций и вегетативного компонента движений* (обильное потоотделение, учащение пульса и т. п.). Под вегетативными компонентами понимаются процессы во внутренних органах, регулируемые центральной нервной системой.

При умственной работе утомление появляется после сдвигов в вегетативной системе. Различают три фазы нервной деятельности:

– *уравнительная гипнотическая фаза* – человек одинаково реагирует на существенные и малозначительные события;

– *парадоксальная фаза* (при развитии утомления) – человек на важные для него явления почти не реагирует, а малозначительные явления могут вызвать у него повышенные реакции (раздражение). Если после первой фа-

зы достаточно небольшого отдыха для восстановления работоспособности, то после второй фазы требуется более продолжительное время отдыха. При нарушении режима труда и отдыха может возникнуть состояние переутомления, выражающееся в снижении работоспособности в начале работы;

– *ультра-парадоксальная фаза* – человек реагирует отрицательно на то, что вызывало у него в обычном состоянии положительную реакцию, и наоборот.

1.2.2. Механизированные формы физического труда

Механизированные формы физического труда изменяют характер мышечных нагрузок и усложняют программы действий человека. Человек выполняет умственные и физические функции. Деятельность человека (далее человека – оператора) происходит по одному из процессов:

детерминированному – по заранее известным правилам, инструкциям, алгоритмам действий, жесткому технологическому графику и т.п.;

недетерминированному – возможны неожиданные события в выполняемом технологическом процессе, но, в то же время, известны управляющие действия при появлении неожиданных событий (расписаны правила, инструкции, рекомендации и т. п.).

Различают несколько типов операторской деятельности в технических системах, классифицируемых в зависимости от основной функции, выполняемой человеком, и доли мыслительной и физической загрузки, включенных в операторскую работу:

– *оператор-технолог* – непосредственно включен в технологический процесс, работает в основном режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь четко регламентирующими действия инструкциями, содержащими, как правило, полный набор ситуаций и решений (операторы технологических процессов, автоматических линий и пр.);

– *оператор-манипулятор* – основную роль в его деятельности играют механизмы сенсомоторной регуляции (исполнения действий) и, в меньшей степени, – понятийного и образного мышления. К числу выполняемых им функций относится управление отдельными машинами и механизмами;

– *оператор-наблюдатель, контролер* (например, диспетчер технологической линии или транспортной системы), – в его деятельности преобладает удельный вес информационных и концептуальных моделей. Оператор работает как в режиме немедленного, так и отсроченного обслуживания, в масштабах реального времени. Физическая работа играет здесь несущественную роль.

1.2.3. Умственный труд

Умственный труд (интеллектуальная деятельность) объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующие напряжения внимания, сенсорного аппарата, памяти, а также активации процессов мышления, эмоциональной сферы (управление, творчество, преподавание, наука, учеба и т.п.).

Операторский труд отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением.

Управленческий труд определяется чрезмерным ростом объема информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышением личной ответственности за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд – наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, напряжения внимания.

Труд преподавателей – постоянный контакт с людьми, повышенная ответственность, дефицит времени и информации для принятия решения, – это обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд обучающихся – память, внимание, восприятие, наличие стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

При выполнении умственной работы при нервно-эмоциональном напряжении имеют место сдвиги в вегетативных функциях человека: повышение кровяного давления, изменение электрокардиограммы, увеличение легочной вентиляции и потребления кислорода, повышение температуры тела. По окончании умственной работы утомление человека остается дольше, чем при физической работе.

Функциональное состояние человека прямо или косвенно обуславливает его трудовую деятельность. Изменения функционального состояния человека в процессе трудовой деятельности проходят несколько фаз изменения работоспособности (рис. 1.2).

Изменение фаз мобилизации происходит в следующей последовательности:

- 1 – фаза мобилизации (внутренняя собранность);
- 2 – фаза первичной реакции (внешнее торможение на несколько минут);
- 3 – фаза гиперкомпенсации (приспособление к оптимальному режиму труда);
- 4 – фаза компенсации (установление оптимального режима, стабилизация показателей);
- 5 – фаза субкомпенсации (некоторое снижение уровня функционального состояния);

6 – фаза декомпенсации (быстрое ухудшение функционального состояния, точности и координации);

7 – фаза срыва (значительное расстройство регулирующих механизмов).

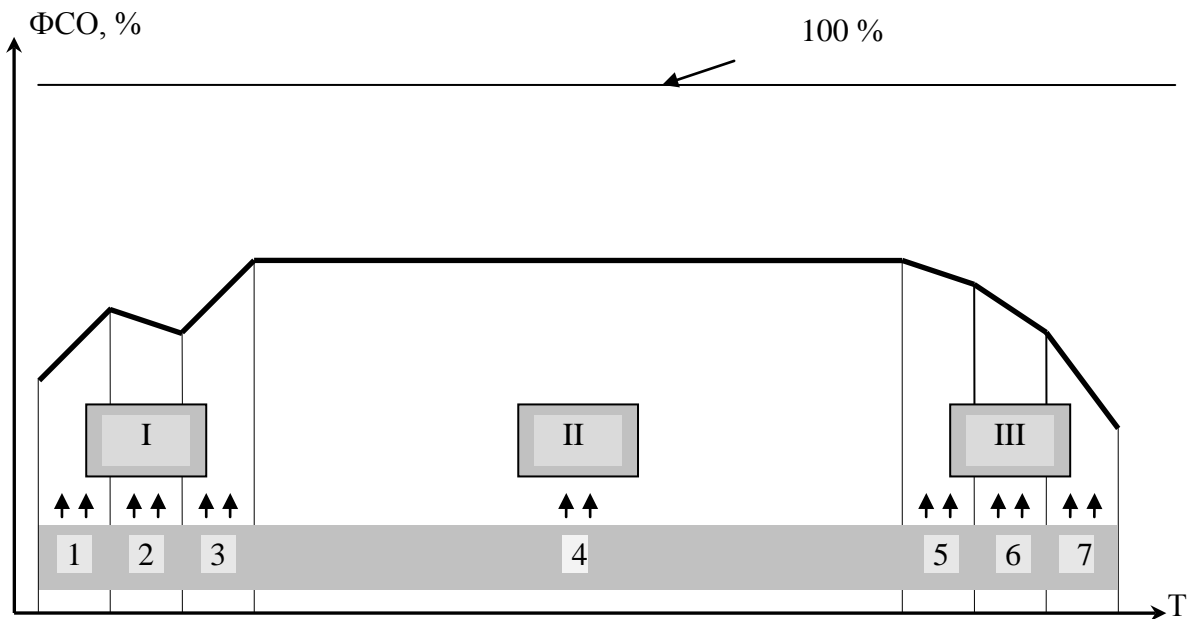


Рис. 1.2. Фазы работоспособности:
I – зона вработывания; II – зона устойчивой работоспособности;
III – зона устойчивого спада работоспособности

С фазы субкомпенсации начинается состояние утомления. Основным фактором, вызывающим утомление, является напряженность деятельности, абсолютная величина нагрузки, ее характер (статическая или динамическая), интенсивность во времени.

1.3. Идентификация, классификация, нормирование и номенклатура опасностей

Под опасностью понимаются явления, процессы и объекты, способные в определенных условиях наносить вред здоровью человека и ущерб среде обитания.

Опасности по своей природе вероятны (случайны), потенциальны (скрыты), перманентны (постоянны, непрерывны) и тотальны (всеобщие, всеобъемлющи).

Следовательно, нет на Земле человека, которому не угрожают опасности. Поэтому в борьбе с опасностями важно выделить источники, которые являются их носителями. В производственной деятельности к таким источникам относятся предметы и орудия труда, различные виды энергии, продукты труда и сами люди, ибо человек может создать опасные условия для окружающих и среды обитания своими ошибочными действиями.

Поскольку повседневная деятельность человека связана с использованием технических средств в условиях воздействия среды обитания, объектом исследования и совершенствования безопасности является система «человек – техника – среда обитания».

Производственные процессы в указанной системе происходят, как правило, с использованием (выработкой, преобразованием, хранением) энергии, поэтому все большее применение находит энергоэнтропийная концепция опасностей.

Энергетическая природа опасности состоит в том, что опасность проявляется в результате неконтролируемого выхода энергии. Опасности присущи всем системам, имеющим энергию, химически и биологически активные компоненты (составляющие), а также характеристики, не соответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Актуализация (реализация) опасностей происходит при определенных условиях, именуемых причинами. Причины характеризуют совокупность обстоятельств, вследствие которых опасности проявляются и вызывают те или иные нежелательные последствия, ущерб.

Опасности, по вероятности воздействия на человека и среду обитания, разделяют на потенциальные, реальные и реализованные.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия, т. е. носит абстрактный характер (например, бензин взрывопожароопасен).

Реальная опасность связана с конкретной угрозой на объект защиты и она координирована в пространстве и времени (к примеру, емкость с бензином находится рядом с рабочим местом).

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к заболеванию, травме или летальному исходу, к материальным потерям, к ущербу для окружающей среды (например, произошло загорание и взрыв емкости с бензином). Реализованные опасности принято разделять на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Чтобы исключить воздействие опасностей на человека и среду обитания, важно своевременно выявлять, распознавать опасности и условия (причины), при которых они могут привести к негативным последствиям, т. е. идентифицировать опасности.

Под *идентификацией* понимают процесс обнаружения, выявления и распознавания опасностей и установление их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности.

В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность и условия их проявления, причины, пространственная локализация, возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретных задач по защите от опасностей.

Номенклатура (от лат. – *nomenclatura* – перечень, роспись имен) – это перечень категорий, названий, терминов, употребляемых в отраслях науки и техники, систематизированных по определенному признаку.

Выделяют несколько уровней номенклатуры опасностей: общую, локальную, отраслевую, местную (для отдельных объектов) и др. При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов, производств, цехов, рабочих мест, процессов, профессий и т. п.

Полезность номенклатуры состоит в том, что она содержит полный перечень потенциальных опасностей и облегчает процесс их идентификации. Процедура составления номенклатуры опасностей имеет профилактическую направленность. В общую номенклатуру в алфавитном порядке включаются все виды опасностей:

а – алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная подвижность воздуха, аномальное барометрическое давление и др.;

б – боль, брызги, брожение, буран, буря;

в – взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, высота вращающейся части машин, волнения эмоциональные;

г – газы, глубина, гололед, горячие поверхности, гроза и др.;

д – динамические перегрузки, дождь, дым, движущиеся предметы, движение задним ходом;

е – едкие вещества, емкость;

з – заболевание, замкнутый объем, зажим частей тела, заражение и др.;

и – избыточное давление (газа, пара, жидкости), инфразвук, инфракрасное излучение, искры, износ, изгиб, извержение и др.;

к – качка, коррозия, кручение, кинетическая энергия, крушение (поезда, самолета, корабля, мачты, здания) и др.;

л – ледоход, листопад, лазерное излучение;

м – магнитные поля, микробы, метеориты, молния и др.;

н – наводнение, недостаточная прочность, нарушение правил безопасности, неровные поверхности, неправильные действия персонала, наезд машины, напор воды, ветра, несогласованность действий и др.;

о – огонь, огнеопасные вещества, острые кромки (границы), острые предметы (колющие, режущие), отравления, охлажденные поверхности (предметы, вещества), оглушение, ослепление, обрыв и др.;

п – падение (без установленной причины), пар, перегруз (детали, механизма), пожар, пыль, пульсация светового потока и др.;

р – радиация, резонанс, разрыв, работа оборудования без присмотра (без обслуживания), разгерметизация систем под давлением и др.;

с – снегопад, сбой в системе, скользкая поверхность, солнечный удар, статические перегрузки, статическое электричество, скорость, столкновение с предметом, стужа, самовключение, самовыключение и др.;

т – туман, тайфун, ток высокой частоты;

у – ультразвук, ударная волна, ультрафиолетовое излучение, ураган, ускорение, угарный газ и др.;

ш – шум, штурм;

э – электромагнитные поля, эмоциональный стресс и др.;

я – ядовитые вещества, яркость поверхности.

Классификация (таксономия) опасностей позволяет познать природу опасностей, дает новые подходы их описания, введения количественных характеристик опасностей и управления ими.

Таксономия (от греч. *taxis* – расположение по порядку и *nomos* – закон) – теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей деятельности, имеющих обычно иерархическое строение. Опасность как раз является понятием сложным, иерархическим, имеющим много признаков.

Достаточно полная таксономия опасностей пока не разработана. За основу следует брать классификацию (таксономию) опасностей по их основным признакам:

– по видам источников возникновения опасностей – естественные, антропогенные, техногенные;

– по видам потоков в жизненном пространстве – энергетические, массовые (вещественные), информационные;

– по моменту возникновения опасности – прогнозируемые, спонтанные;

– по длительности воздействия опасности – постоянные, переменные (периодические), кратковременные;

– по величине потоков в жизненном пространстве – предельно допустимые, опасные, чрезвычайно опасные;

– по способности человека идентифицировать опасности органами чувств – осязаемые, неосязаемые;

– по виду воздействия на человека – вредные, опасные (травмоопасные);

– по объектам защиты – действующие на человека, на природную среду, на материальные ресурсы;

– по численности людей, подверженных негативному воздействию – личностные (индивидуальные), групповые (коллективные), массовые;

– по размерам зоны воздействия – локальные, муниципальные, межмуниципальные, региональные, межрегиональные, федеральные.

– по видам зон воздействия – производственные, бытовые, городские, транспортные, зоны чрезвычайных ситуаций и др.

Данная классификация не является исчерпывающей и ее можно продолжить, к примеру, по структуре (строению) опасности – простые и производственные, по приносимому ущербу – экономический и эколого-экономический, по вызываемым последствиям – утомление, заболевание, травма, инцидент, авария, катастрофа, стихийное бедствие и т. д.

Естественные опасности обусловлены климатическими и природными явлениями. Техногенные опасности создают элементы системы – машины, сооружения, вещества и т. п., а антропогенные – возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека. Природная среда, техносфера и сам человек являются источниками опасностей.

Объекты защиты, как и источники опасностей, многообразны. Каждый компонент окружающей среды может быть объектом защиты от опасностей. В порядке приоритета к объектам защиты относятся: человек, сообщество, государство, имущество, природная среда (биосфера), техносфера и т. п.

Состояние безопасности объекта защиты достигается при условии, когда действующие на объект опасности (негативное воздействие потоков) снижены до предельно допустимых уровней воздействия.

Поэтому безопасность объекта защиты – это такое состояние объекта, при котором воздействие на него потоков веществ, энергии и информации не превышает максимально допустимых значений.

На объект защиты могут действовать одновременно несколько опасностей, создавая поле опасностей. Для правильного проведения исследований необходимо соблюдать правило единственности объекта защиты. Это правило подтверждается необходимостью реализации нормативов безопасности, которые индивидуальны для каждого объекта защиты.

Триада «опасность – причины – нежелательные последствия» – логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб. Как правило, этот процесс является многопричинным. Одна и та же опасность может реализовываться в нежелательное событие через разные причины.

Причинно-следственное поле воздействий на человеческий организм целесообразно реализовывать в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг человека. Основное влияние на организм оказывают факторы первого круга, факторы второго круга влияют, в основном, на факторы первого круга, и т. д.

В состав *первого круга опасностей*, которые воздействуют на человека и сообщества людей, входят опасности:

- связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;
- возникающие из-за отсутствия естественной освещенности земной поверхности солнечным излучением;
- обусловленные содержанием вредных примесей в атмосферном воздухе, воде, почве и продуктах питания;
- возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при осуществлении технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и в связи с нерегламентированным использованием операторами технических систем и населением в быту;
- проявляющиеся в чрезвычайных ситуациях при стихийных явлениях, техногенных авариях и катастрофах на объектах экономики и в селитебных зонах;
- обусловленные недостаточной подготовкой работающих и населения в вопросах безопасности жизнедеятельности.

Второй круг опасностей включает в себя:

- отходы производства и потребления, негативно воздействующие на компоненты природной среды и элементы техносферы;
- технические средства, материальные и энергетические ресурсы, здания и сооружения, обладающие недостаточным уровнем безопасности;
- недостаточная подготовка руководителей и специалистов производства по вопросам обеспечения безопасности работ.

К опасностям третьего круга относятся:

- отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий, сооружений и строений;
- отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли и экономики всей страны;
- недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и др.

Разделение ноосферы (сферы опасностей) на отдельные круги опасностей позволяет находить истинные причины потенциальных, реальных и реализованных опасностей и их источники. Действия по локализации и минимизации опасностей среды обитания человека носят комплексный характер.

Формы и системы обеспечения безопасности многообразны. В России существуют следующие системы безопасности жизнедеятельности:

- безопасность и охрана труда;

- защита окружающей среды;
- защита в чрезвычайных ситуациях;
- система безопасности страны, национальная безопасность;
- безопасность жизнедеятельности – интегральная система обеспечения безопасности людей, решающая задачу комплексного обеспечения безопасности в системе «человек – среда обитания».

1.4. Количественная оценка опасностей

Опасности характеризуются потенциалом, качеством, временем существования или воздействия, вероятностью появления, размером зоны действия. Потенциал проявляется с количественной стороны, например, уровень шума, запыленность воздуха и т. п. Его качество отражает специфические особенности, влияющие на организм человека, к примеру, частотный состав шума, дисперсность пыли (от лат. *dispersion* – рассеяние, характеристики размера частиц).

На практике применяются численные, балльные и другие оценки. Наиболее распространенной оценкой опасности является риск. Риск есть мера опасности.

Стандартное определение риска – это сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба (ГОСТ Р 51898–2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты»).

Поэтому под риском понимают ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определенного класса и размер ущерба от нежелательного события. Таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличение затрат на безопасность.

Другое определение: *риск (R)* – это отношение числа тех или иных неблагоприятных проявлений опасностей (*n*) к их возможному числу (*N*) за определенный период времени (год, месяц, час и т. д.):

$$R = \frac{n}{N}. \quad (1.1)$$

Например, риск гибели человека на производстве в течение года можно рассчитать, если по статистическим данным известно, что на производстве в год гибнет в среднем 7000 человек, а число занятых на производстве – 70 млн человек.

$$R = \frac{7 \cdot 10^3}{7 \cdot 10^7} = 10^{-4}.$$

Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различить индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риски.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Индивидуальный риск характеризует опасность для отдельного индивидуума, и его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска:

$$R_u = \frac{P(t)}{L(f)}, \quad (1.2)$$

где P – число пострадавших (погибших) в единицу времени t от определенного фактора риска f ; L – число людей, подверженных соответствующему фактору риска f в единицу времени t .

Технический риск – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, осуществлении технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_m = \frac{\Delta T(t)}{T(f)}, \quad (1.3)$$

где R_m – технический риск; ΔT – число аварий в единицу времени t на идентичных технических системах и объектах; T – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска f .

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

$$R_o = \frac{\Delta O(t)}{O}, \quad (1.4)$$

где ΔO – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени t ; O – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска оцениваются процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий ΔS в единицу времени t к общей площади рассматриваемого биогеоценоза S :

$$R_o^m = \frac{\Delta S(t)}{S}. \quad (1.5)$$

Социальный (коллективный) риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей. Это – риск проявления опасности того или иного вида для коллектива,

группы людей, определенной профессиональной группы людей. Оценивать его можно, к примеру, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек соответствующей группы:

$$R_c = \frac{1000(C_2 - C_1)}{L} \cdot (t), \quad (1.6)$$

где C_1 – число умерших в единицу времени t ; C_2 – смертность в той же группе людей в конце периода наблюдения, например, на стадии затухания чрезвычайной ситуации; L – общая численность исследуемой группы.

Экономический риск определяется соотношением пользы и вреда, получаемым обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$R_s = \frac{B}{P} \cdot 100, \quad (1.7)$$

где B – вред обществу от рассматриваемого вида деятельности; P – польза.

В общем виде:

$$B = Z_6 + Y, \quad (1.8)$$

где Z_6 – затраты на достижение данного уровня безопасности; Y – ущерб, обусловленный недостаточной защищенностью человека и среды его обитания от опасностей.

Чистая польза (ЧП), т. е. сумма всех выгод (в стоимостном выражении), получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$\text{ЧП} = P - D - Z_6 - B \text{ или } P = D - Z_n - Y > 0, \quad (1.9)$$

где D – общий доход, получаемый от рассматриваемого вида деятельности; Z_n – основные производственные затраты.

Формула экономически обоснованной безопасности жизнедеятельности имеет вид:

$$Y < D - (Z_n + Z_6). \quad (1.10)$$

Невозможность достижения абсолютной (производственной) безопасности предопределила введение понятия приемлемого (допустимого) риска.

Приемлемый (допустимый) риск – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям. Приемлемый риск представляет собой компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем и снижения величины приемлемого риска ограничены.

Затрачивая большие финансовые средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере производства, уменьшая, соответственно, средства на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание, заработную плату и т. д.

Уровень приемлемого риска определяется в результате учета всех обстоятельств – технических, технологических, социальных и рассчитывается в результате оптимизации затрат на инвестиции в техническую и социальную сферу производства (рис. 1.3).

Величина приемлемого риска зависит от вида отрасли производства, профессии, вида негативного фактора, которым он определяется. Для потенциально опасных отраслей производства, опасных профессий величина приемлемого риска выше, нежели для отраслей и профессий, где количество опасных факторов меньше и уровень вредных факторов ниже. Например, индивидуальный риск считается: максимально приемлемым – 10^{-6} в год, пренебрежимо малым – 10^{-8} в год.

Допустимым риском для экосистемы считается тот, при котором может пострадать 5 % видов биогеноценоза. Неприемлемый риск имеет вероятность реализации опасности более 10^{-3} .

Учет риска позволяет кроме технических, организационных и административных методов управления риском применять и экономические методы – страхование, компенсация ущерба, плата за риск и т.д.

Средняя величина реального риска на производстве в нашей стране составляет 10^{-4} , что существенно выше величины приемлемого риска. Это говорит о необходимости повышения безопасности на производстве.

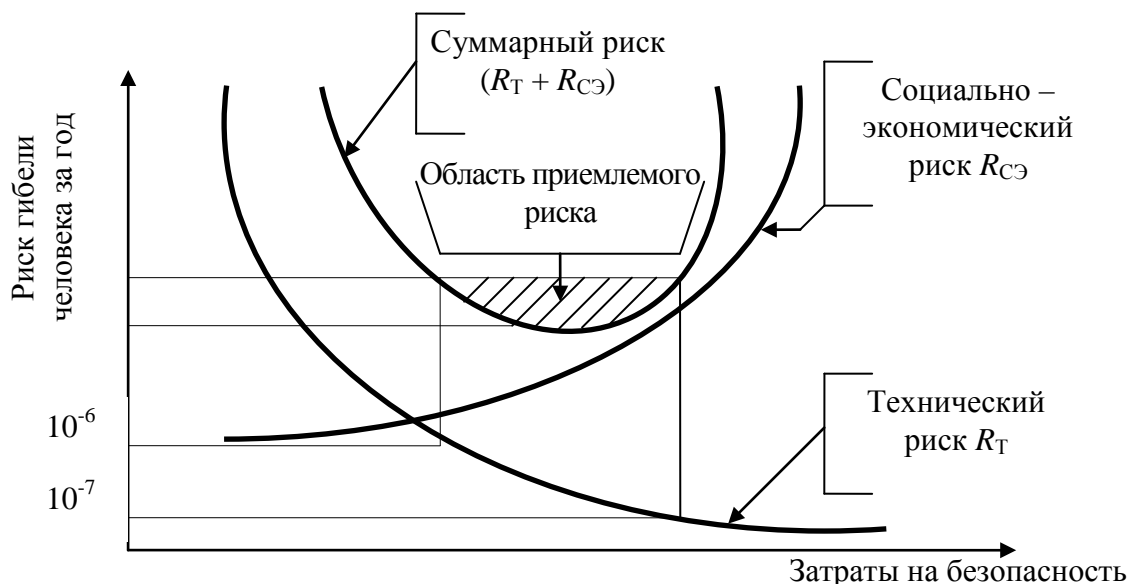


Рис. 1.3. Схема определения приемлемого риска

В случае производственных аварий и пожаров для спасения людей и материальных ценностей человеку приходится идти на риск, превышающий приемлемый. В этом случае риск считается *обоснованным* или *мотивированным*. Для ряда опасных факторов (например, возникающих в случае радиационных аварий) установлены величины мотивированного риска, превышающие величины приемлемого риска.

Немотивированным (необоснованным) риском называют риск, превышающий приемлемый и возникающий в результате нежелания работников на производстве соблюдать требования безопасности, использовать средства защиты и т.д.

Имеется четыре методических подхода к определению риска:

- *инженерный* – опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности;
- *модельный* – построение моделей воздействия вредных факторов на человека или группу людей;
- *экспертный* – опрос опытных специалистов;
- *социологический* – опрос населения.

Критериями безопасности техносферы являются ограничения, вводимые на концентрации веществ и потоки энергий в жизненном пространстве.

Конкретные значения предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых уровней (ПДУ) устанавливаются санитарными и строительными нормами и правилами, ПДК и ПДУ лежат в основе определения предельно допустимых выбросов (сбросов) или предельно допустимых потоков энергии для источников загрязнения среды обитания.

Предельно допустимые выбросы, сбросы и потоки энергии являются *критериями экологичности* источника воздействия на среду обитания. Соблюдение этих критериев гарантирует безопасность жизненного пространства.

Показателями негативности состояния техносферы являются:

- младенческая смертность от внешних причин;
- детская смертность от внешних причин;
- численность пострадавших и погибших от внешних причин в трудоспособном возрасте;
- сокращение продолжительности жизни людей по сравнению со средним значением, достигнутым в развитых странах.

Показатели негативности производственной среды определяют:

- коэффициентом частоты травматизма;
- коэффициентом тяжести травматизма;
- коэффициентом потерь от производственных травм.

Обращая взор назад, на рубеже очередного тысячелетия мы не можем утверждать, что история цивилизации – это история развития способов защиты человека от опасностей окружающей среды.

Касаясь истории вопроса, очевидно, что первые опасности, с которыми столкнулся человек, – это опасные природные явления, среди которых: разрушительные землетрясения, извержения вулканов, ураганы, смерчи, удары молнии, лесные пожары, наводнения и т. п.

До сих пор история не знает сколько-нибудь эффективного противодействия людей силам природы. Для защиты от стихии человек построил дома, провел в них воду, обогрел жилище, огородился от неприятеля, но все равно остался уязвим перед стихийными природными явлениями.

По мере развития цивилизации человек стал огораживать себя продуктами своего труда. Все шире в окружающем мире стала распространяться зона жизненных интересов человечества, приносящая ему новые опасности. Строительство городов привело к рождению особой среды обитания – техносферы, развитие которой обусловлено ростом материального производства и необходимостью жизнеобеспечения населения.

Контрольные вопросы

1. Взаимодействие человека и среды обитания.
2. Основные формы деятельности человека.
3. Идентификация, классификация, нормирование и номенклатура опасностей.
4. Количественная оценка опасностей.

Оглавление

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. Основы безопасности жизнедеятельности	6
1.1. Взаимодействие человека и среды обитания.....	6
1.2. Основные формы деятельности человека.....	7
1.2.1. Проявление мышечной деятельности при физической работе.....	7
1.2.2. Механизированные формы физического труда.....	11
1.2.3. Умственный труд.....	12
1.3. Идентификация, классификация, нормирование и номенклатура опасностей.....	13
1.4. Количественная оценка опасностей.....	19
Глава 2. Негативные факторы производственной среды и их нормирование	25
2.1. Классификация опасных и вредных производственных факторов.....	25
2.2. Классификация условий труда по степени вредности и опасности.....	29
2.3. Воздействие вредных негативных факторов и их нормирование....	31
2.3.1. Воздействие вредных веществ и их нормирование.....	31
2.3.2. Неблагоприятное воздействие производственной пыли на организм человека.....	41
2.3.3. Влияние климатических условий на организм человека.....	43
2.4. Вредные энергетические воздействия и их нормирование.....	47
2.4.1. Вибрационное и акустическое воздействия и их нормирование.....	47
2.4.2. Электромагнитные поля и излучения и их нормирование.....	52
2.4.3. Ионизирующие излучения и их нормирование.....	63
2.5. Воздействие опасных негативных факторов и их нормирование....	72
2.5.1. Воздействие электрического тока на человека и его нормирование.....	72
2.5.2. Опасное воздействие ударной волны.....	77
2.5.3. Воздействие механических опасностей на организм человека.....	79
Глава 3. Требования к инженерным системам зданий и сооружений, обеспечивающим нормальный микроклимат в помещениях	82
3.1. Нормирование и основы обеспечения нормального микроклимата в производственных помещениях.....	82

3.2. Требования к вентиляции, отоплению и кондиционированию зданий и сооружений.....	86
3.3. Требования к освещению помещений.....	96
Глава 4. Организация безопасности жизнедеятельности.....	105
4.1. Организация охраны труда.....	105
4.1.1. Законодательные и нормативные правовые акты по охране труда.....	105
4.1.2. Обучение по безопасности труда.....	107
4.1.3. Государственный надзор и контроль за охраной труда.....	110
4.1.4. Ответственность за нарушение требований охраны труда.....	111
4.2. Социальное и экономическое значение охраны труда.....	114
4.2.1. Социальный и экономический механизмы управления условиями охраны труда.....	114
4.2.2. Методика оценки экономических последствий производственного травматизма и профессиональных заболеваний.....	116
4.2.3. Оценка экономического эффекта мероприятий по улучшению условий и охраны труда.....	118
4.2.4. Источники финансирования охраны труда.....	119
4.3. Методы оценки эффективности мероприятий по улучшению условий труда.....	120
4.3.1. Методы анализа и оценки производственного травматизма.....	120
4.3.2. Показатели оценки эффективности мероприятий по улучшению условий труда.....	122
4.3.3. Определение затрат на охрану труда и оценка социально-экономического эффекта от внедрения мероприятий по улучшению условий труда.....	123
4.3.4. Психофизиологические основы безопасности труда.....	125
Глава 5. Основные опасности в техносфере.....	135
5.1. Принципы формирования техносферных регионов.....	135
5.2. Источники, классификация и причины промышленных аварий.....	139
5.3. Классификация потенциально опасных технологий и производств.....	145
5.4. Основные направления и мероприятия по обеспечению безопасности в промышленном производстве и их планирование.....	149
5.5. Документирование безопасности промышленных объектов.....	163
Глава 6. Мониторинг состояния объектов техносферы.....	174
6.1. Основные задачи системы мониторинга и прогнозирования.....	174
6.2. Виды мониторинга.....	176
6.3. Силы и средства наблюдения и контроля.....	178

Глава 7. Анализ, прогнозирование и оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций.....	180
7.1. Методика анализа чрезвычайных ситуаций.....	180
7.2. Прогнозирование и оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций.....	192
7.3. Основные методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.....	194
7.3.1. Прогнозирование на основе регрессионного анализа.....	195
7.3.2. Прогнозирование на основе временного ряда.....	199
7.3.3. Прогнозирование методом экспертных оценок.....	202
Глава 8. Основы защиты населения и персонала объектов экономики.....	210
8.1. Основы планирования защиты населения и персонала объектов экономики.....	210
8.2. Общие принципы защиты населения и персонала объектов экономики.....	214
8.3. Применение защитных сооружений для защиты населения и персонала объектов экономики.....	217
Глава 9. Особенности освоения подземного пространства города, приспособления подвалов, помещений метрополитена, подземных горных выработок, других наземных зданий и инженерных сооружений для защиты населения.....	221
9.1. Особенности освоения подземного пространства города для защиты населения.....	221
9.2. Приспособление подвалов для защиты населения.....	230
9.3. Приспособление помещений метрополитена для защиты населения.....	239
9.4. Приспособление подземных горных выработок для защиты населения.....	248
9.5. Приспособление под защитные сооружения наземных зданий и инженерных сооружений.....	260
9.6. Накопление фонда защитных сооружений путем инвентаризации зданий и помещений.....	263
Глава 10. Организация и выполнение эвакуационных мероприятий.....	267
10.1. Сущность эвакуационных мероприятий, их классификация и принципы выполнения.....	267
10.2. Организация эвакуационных мероприятий и их обеспечение.....	271
10.3. Особенности организации и осуществления эвакуационных мероприятий при авариях и катастрофах.....	276
Заключение.....	279
Приложение. Установленные требования и мероприятия в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций....	280
Литература.....	298

Учебное издание

Седнев Владимир Анатольевич
Воронов Сергей Иванович
Баринов Александр Васильевич
Седых Николай Иванович
Лысенко Игорь Александрович
Сергеенкова Надежда Александровна
Кошечкина Елена Ивановна
Аляев Павел Александрович

Безопасность жизнедеятельности

Учебник

Редактор *Л. А. Маслова*
Технический редактор *Г. А. Габдулина*
Корректор *Л. А. Маслова*

Подписано в печать 17.12.2015.2015 г. Формат 60×90 1/16.
Печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 13,8. Бумага офсетная.
Тираж 200 экз. Заказ 31.

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4