

Учебно  
методическое  
объединение  
рекомендует

Учебник

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. И. ЛОБАЧЕВ



**ВЫСШЕЕ** · **ОСНОВЫ НАУК**  
**ОБРАЗОВАНИЕ**

**А. И. Лобачев**

# **Безопасность жизнедеятельности**

**УЧЕБНИК**

**2-е издание, исправленное и дополненное**

*Рекомендовано УМО по университетскому  
политехническому образованию в качестве учебника  
для студентов высших учебных заведений*

**МОСКВА • ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ • 2008**

УДК 614.8  
ББК 65.42я73  
Л64

**Автор:**

**А. И. Лобачев** — доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, специалист в области естествознания и безопасности жизнедеятельности, космической технологии и робототехники, автор более 40 печатных работ

**Рецензенты:**

**А. А. Колобов** — зав. кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, профессор;

**Д. С. Черешкин** — вице-президент Российской академии естественных наук (РАЕН), доктор технических наук, профессор

**Лобачев А. И.**

Л64 **Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов.** — М.: Высшее образование, 2008. — 2-е изд, исп. и доп. — 367 с. — (Основы наук).

ISBN 978-5-9692-0235-1

Учебник посвящен актуальным проблемам оценки и обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и общества на различных структурных уровнях системной организации. Международная, экологическая, информационная и личная безопасность выступают в виде взаимосвязанных элементов общей системы безопасности, требующей своей оптимизации с точки зрения достижения максимальной эффективности жизнедеятельности человека.

Для студентов вузов, преподавателей и аспирантов, а также для всех, кого интересуют различные аспекты безопасности в современном постиндустриальном мире.

УДК 614.8  
ББК 65.42я73

По вопросам приобретения обращаться в книготорг «Юрайт»  
Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: sales@urait.ru. www.urait.ru

**Покупайте наши книги:**

— в нашем офисе: 140004, Московская область, г. Люберцы, 1-й Панковский проезд, д. 1;  
— через интернет-магазин: www.books.urait.ru; e-mail: books@books.urait.ru.

© Лобачев А.И., 2006  
© Лобачев А.И., 2007, с изменениями  
© Лобачев Д.А., иллюстрации, 2006  
© ООО «Высшее образование», 2008

ISBN 978-5-9692-0235-1

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	<b>5</b>
<b>Глава 1. Структурные уровни безопасности жизнедеятельности</b> .....	<b>8</b>
1.1. Понятия жизнедеятельности и безопасности .....	8
1.2. Системы и виды безопасности жизнедеятельности .....	19
<b>Глава 2. Система «человек — среда обитания»</b> .....	<b>31</b>
2.1. Человек и среда обитания .....	31
2.2. Характерные состояния системы «человек — среда обитания» .....	41
2.3. Принципы и методы обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе «человек — среда обитания» .....	52
<b>Глава 3. Человек в техносфере</b> .....	<b>58</b>
3.1. Виды трудовой деятельности .....	58
3.2. Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере .....	64
3.2.1. Энергобаланс трудовой деятельности человека .....	64
3.2.2. Виды теплообмена в жизнедеятельности человека .....	72
3.2.3. Параметры микроклимата человека и вентиляция .....	77
3.2.4. Параметры освещения в жизнедеятельности человека .....	80
3.2.5. Принципы антропометрии в жизнедеятельности человека .....	89
3.2.6. Возможности человека по переработке информации .....	93
3.2.7. Параметры работоспособности и отдыха человека .....	98
3.3. Критерии комфортности .....	104
<b>Глава 4. Человек и негативные факторы техносферы</b> .....	<b>107</b>
4.1. Требования охраны труда .....	107
4.2. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду .....	112
4.2.1. Силовые факторы техносферы .....	114
4.2.2. Электромагнитные факторы техносферы .....	116
4.2.3. Ионизирующие (радиационные) факторы техносферы .....	121
4.2.4. Химические и загрязняющие факторы техносферы .....	127
4.2.5. Пожаровзрывоопасные факторы техносферы .....	134
4.3. Физиологическое воздействие на человека опасных и вредных факторов .....	143
4.3.1. Акустические (звуковые) воздействия .....	144
4.3.2. Вибрационные воздействия .....	147
4.3.3. Электромагнитные воздействия .....	150
4.3.4. Ионизирующие (радиационные) воздействия .....	161
4.3.5. Химические и загрязняющие воздействия .....	165
4.3.6. Пожаровзрывоопасные воздействия .....	172
4.3.7. Прочие техногенные опасные воздействия .....	177
4.4. Критерии безопасности .....	184
<b>Глава 5. Опасности и надежность технических систем</b> .....	<b>191</b>
5.1. Вероятностные характеристики и анализ надежности технических систем .....	191
5.2. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств .....	208
5.3. Профессиональный отбор операторов технических систем .....	213



5.4. Принципы и средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем .....	218
5.5. Доврачебная помощь пострадавшим .....	227
<b>Глава 6. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>240</b>
6.1. Общая характеристика чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и социального характера .....	240
6.2. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны .....	246
6.3. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях техногенного характера .....	256
6.3.1. Защита населения и территорий при авариях на радиационно опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ в окружающую среду .....	258
6.3.2. Защита населения и территорий при авариях на химически опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ в окружающую среду .....	269
6.3.3. Защита населения и территорий при пожарах и взрывах на объектах инфраструктуры .....	277
6.3.4. Другие чрезвычайные ситуации техногенного характера .....	287
6.4. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях природного характера .....	291
6.4.1. Защита населения и территорий при землетрясениях .....	291
6.4.2. Защита населения и территорий при наводнениях .....	297
6.4.3. Защита населения и территорий при эпидемиях .....	301
6.4.4. Другие чрезвычайные ситуации природного характера .....	306
6.5. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях военного характера .....	313
6.6. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, обусловленных террористическими актами .....	320
6.7. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций .....	324
<b>Глава 7. Управление безопасностью жизнедеятельности и экология окружающей среды .....</b>	<b>331</b>
7.1. Правовые и нормативно-технические основы управления безопасностью жизнедеятельности .....	331
7.2. Системы контроля требований безопасности и экологичности .....	333
7.3. Экобиозащитные мероприятия и техника .....	339
<b>Глава 8. Экономические и международные аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности .....</b>	<b>347</b>
8.1. Экономические последствия и материальные затраты обеспечения безопасности жизнедеятельности .....	347
8.2. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности .....	354
<b>Заключение .....</b>	<b>357</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>358</b>
<b>Указатель имен .....</b>	<b>361</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>363</b>
<b>Список вопросов к зачету по курсу «Безопасность жизнедеятельности» .....</b>	<b>366</b>

## Предисловие

В современном постиндустриальном мире проблема безопасности существования и успешного развития всего человеческого сообщества в целом, отдельных государств и групп населения, каждой отдельной личности выходит на первый план. При этом практически ежедневно человек находится под гнетом немалого числа тревог, связанных с решением следующих задач: обеспечения приемлемого пропитания и жилья, сохранения жизни и здоровья, получения необходимого образования, поиска достойной работы и достижения успеха в выбранной сфере деятельности, поддержания нормальных отношений с окружающими людьми, защиты интересов собственной семьи и своего народа. Состояние достаточно высокого уровня психологической нагрузки сопутствует жизнедеятельности подавляющего большинства людей современного типа развития цивилизации. К сожалению, вносят свой значительный вклад в состояние нестабильности современного мира и глобальные проблемы: войны и региональные конфликты, экологические бедствия и природные катастрофы, политические и экономические потрясения, терроризм.

Предлагаемый учебник создан на базе сформированных обобщенных требований, предъявляемых государственным образовательным стандартом к учебной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», обязательной для изучения на подавляющем большинстве специальностей и направлений гуманитарного и технического профиля всех форм образования высших учебных заведений Российской Федерации.

Изначально задуманная как дисциплина, тяготеющая к охране труда человека в условиях производства или выживаемости человека в условиях чрезвычайных ситуаций, учебный курс сегодня нуждается в более глубоком системном изучении и заслуживает самого пристального внимания как со стороны государства, так и со стороны общества. При этом целесообразно по возможности подробно рассмотреть в данном курсе не только различные уровни и виды безопасности, но также и их взаимную

обусловленность и взаимосвязь, что позволит существенно усилить целостный характер восприятия всего предлагаемого материала.

Подобный обобщенный подход к созданию данного учебника диктует и необходимость формирования достаточно универсального по самой своей сути материала, необходимого и представляющего интерес для студентов практически всех специальностей. При этом сделана попытка отразить в учебном материале наиболее важные и касающиеся абсолютного большинства людей аспекты безопасности.

Концептуально в данном учебном курсе сделана попытка создания единого системного представления о безопасности жизнедеятельности человека на различных структурных уровнях современного информационного общества, связанного с множеством перечисленных выше нерешенных проблем, но стремящегося к достижению максимальной эффективности своего существования и развития.

Взаимосвязанный и, как правило, взаимозависимый характер указанных структурных уровней обуславливает необходимость их целостного восприятия и системного анализа для формирования оптимальной стратегии принимаемых решений.

Таким образом, к одной из основных особенностей предлагаемого учебного курса относится стремление автора, не акцентируя чрезмерного внимания на справочном или формульном материале, создать обобщенное представление о современном техногенном мире как многоуровневой и многосвязной системе, безопасность жизнедеятельности в которой существенно зависит непосредственно от самого человека.

При этом делается попытка в максимальной степени обосновать те или иные положения учебного материала с правовой точки зрения, с использованием либо уже существующих, либо пока еще только разрабатываемых законодательных норм.

Студенты, изучающие учебный курс «Безопасность жизнедеятельности», должны в результате знать основные особенности каждого из структурных уровней системы безопасности человека и уметь находить оптимальные решения для организации и достижения на этих уровнях высокой эффективности жизнедеятельности людей.

Предлагаемый материал скомпонован по разделам, посвященным: выделению основных структурных уровней безопасности жизнедеятельности; взаимосвязи человека и окружающей среды;

влиянию различных факторов на состояние и работоспособность человека; рассмотрению наиболее общих особенностей функционирования различных биотехнических систем и человеко-машинных комплексов; математической оценке безопасности жизнедеятельности с точек зрения вероятности и целевой эффективности; обоснованию системы показателей различных уровней ответственности и безопасности жизнедеятельности; описанию основных приемов экстренной медицинской помощи и действий в условиях чрезвычайных ситуаций.

Даются и нетрадиционные аспекты безопасности жизнедеятельности, играющие огромную роль для существования человека в современном техногенном мире.

В конце каждого параграфа приведены контрольные вопросы для лучшего усвоения учебного материала.

## СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 1.1. Понятия жизнедеятельности и безопасности

В настоящее время существуют веские основания для того, чтобы утверждать, что период времени конца XX — начала XXI вв. ознаменовался целым рядом событий глобального значения, далеко выходящих за рамки отдельной страны или региона. В связи с этим возникла настоятельная необходимость в расширении и дополнении существующих концепций понятия «безопасность жизнедеятельности».

Традиционно под жизнедеятельностью понимается способ существования или деятельности человека. Не отрицая общего смысла данного определения, уместно все же отметить, что в «Толковом словаре живого великорусского языка» В.И. Даль (1801—1872) предлагает следующее объяснение: «Жизнедеятельность — сила орудная, животная и растительная». Другими словами, такая расширенная трактовка указанного термина подразумевает не только существование и деятельность самого человека, но и активное проявление жизненных свойств всего окружающего биологического мира. Указанные области жизнедеятельности, благодаря работам выдающегося российского естествоиспытателя и мыслителя В.И. Вернадского (1863—1945), обозначаются соответственно как «ноосфера» и «биосфера».

Согласно В.И. Вернадскому, под «биосферой» понимается «живое» вещество (совокупность всех форм жизни), организующее в процессе своей жизнедеятельности земную географическую оболочку. При этом географическая оболочка, включающая в себя помимо биосферы и так называемое «косное» (неживое) вещество в виде атмосферы, гидросферы и верхнего слоя литосферы, испытывает со стороны биосферы массивированное многофакторное воздействие, ведущее со временем к существенным изменениям всех перечисленных компонентов облика нашей

планеты. По сути дела, преобразованная подобным образом часть географической оболочки Земли в дальнейшем сама постепенно начинает входить в состав биосферы, ассоциируясь с ней и становясь ее неотъемлемым слагаемым.

Однако вся биосфера не является однородным целым, а, подобно «поскутному одеялу», соткана из отдельных фрагментов, называемых «экологическими системами». При этом каждая *экологическая система* представляет собой элемент биосферы, образованный совокупностью всех биологических видов, обитающих на определенной территории земной поверхности, и комплексом существующих на этой территории условий окружающей среды. Иногда для обозначения экологической системы используется также термин «биогеоценоз», предложенный в 1940 г. российским биологом В.Н. Сукачевым (1880—1967).

В дальнейшем, как указывал В.И. Вернадский, биосфера постепенно становится основой и для образования «*ноосферы*», под которой понимается обобщенный результат разумной деятельности общечеловеческой цивилизации. Мощность воздействия ноосферы на географическую оболочку нашей планеты стремительно возрастает и в течение последних десятилетий все в большей степени оказывается соизмеримой с воздействиями геологических и космологических факторов, заставляя человечество принимать экстренные меры по своему выживанию и формированию эффективных систем глобальной, международной и экологической безопасности.

При этом важнейшую роль в структуре ноосферы играет так называемая «*техносфера*», обобщенно рассматриваемая как совокупность и область совместного существования с человеком различных видов техники и технологии. Организация самой техносферы в огромной мере влияет на жизнедеятельность человека, общества и биосферы.

Таким образом, учитывая изложенное, можно определить понятие «жизнедеятельность» как различные формы активного существования человека и связанной с ним иерархии системных уровней окружающего мира. Располагая основные системные уровни жизнедеятельности по степени их возрастающего обобщения, получаем следующую иерархическую последовательность: человек — общество — техносфера — экологическая система — человечество — биосфера — ноосфера.

Безусловно, в приведенной выше последовательности важнейшим звеном по-прежнему остается человек, но рамки рас-

смотрения понятия жизнедеятельности при этом существенно расширены, обеспечивая тем самым и более адекватное представление всей проблемы безопасности в целом. Следует также отметить, что техносфера, являясь частью ноосферы, в приведенной последовательности максимально приближена к человеку и обществу, поскольку современная постиндустриальная человеческая цивилизация, активно использующая в том числе и разнообразные информационные технологии, строит свою жизнедеятельность именно на базе конкретных проявлений этой техносферы и находится в постоянном эффективном контакте с ней. Зачастую техносфера приобретает для человека даже большее значение, чем экологическая система, что и отражено в расположении системных уровней.

Наконец, необходимо также пояснить, что используемое выше понятие «общество» обозначает не просто аморфную человеческую массу, а, по классическому определению К. Маркса (1818—1883), представляет собой «продукт взаимодействия людей». Иначе говоря, наибольшее значение в данном понятии приобретает именно сам факт объединяющего межчеловеческого контакта, общения между людьми в процессе их жизнедеятельности, результатом которого является формирование качественно новой структурной сущности, обозначаемой как «общество» независимо от его масштабов и количества участвующих в нем людей.

В выстроенной выше последовательности системных уровней жизнедеятельности экологическая система совместно с техносферой и обществом образуют *среду обитания* человека, которая и является важнейшей структурой, определяющей эффективность и безопасность его жизнедеятельности.

Учитывая это, важной особенностью выделенных системных уровней жизнедеятельности является возможность их условного объединения в две основные группы: локальную, или региональную, систему жизнедеятельности (человек и его среда обитания — общество, техносфера, экологическая система) и общую, или глобальную, систему жизнедеятельности (человечество, биосфера, ноосфера).

Несмотря на безусловную важность общей глобальной системы жизнедеятельности с позиций общечеловеческой цивилизации, реальным приоритетом в существовании, работе каждого отдельного человека или группы людей обладает все же локальная система уровней жизнедеятельности. Именно эта система

жизнедеятельности, включающая в себя ближайшее социальное, природное и производственное окружение человека, представляет собой важнейший объект исследования, организации и управления с позиций безопасности жизнедеятельности.

Рассмотрим теперь наиболее часто используемые значения термина «безопасность». Обращаясь снова к мнению известного русского филолога В.И. Даля, читаем в его «Толковом словаре живого великорусского языка», что «*безопасность* — это отсутствие опасности, сохранность, надежность». Там же: «*безопасный* — значит неугрожающий, не могущий причинить зла или вреда, безвредный, сохраненный, верный, надежный».

С точки зрения формы активного существования системы *безопасность* — состояние деятельности, при которой с приемлемой вероятностью исключено проявление различного рода опасностей и угроз.

С точки зрения сохранения устойчивости системы *безопасность* — это динамическое равновесие, состоящее в поддержании важных для существования системы параметров в допустимых пределах нормы.

С точки зрения состояния объектов системы *безопасность* — это непревышение допустимых значений воздействия на объекты защиты потоков вещества, энергии и информации.

Наконец, в Законе РФ от 5 марта 1992 г. № 2446-1 «О безопасности» устанавливается следующее базовое определение: «*Безопасность* — состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз».

Тем самым к основным объектам безопасности Федеральным законом отнесены: *личность*, ее права и свободы; *общество*, его материальные и духовные ценности; *государство*, его конституционный строй, суверенитет и территориальная целостность. По сути, именно эти перечисленные объекты и определяют смысл системы структурных уровней безопасности, одновременно ранжируя их по приоритетности.

Демократическое общественное устройство отдает приоритет обеспечения безопасности в пользу каждого отдельного человека. Исключения могут составлять чрезвычайные ситуации или военные действия, требующие максимальной самоотдачи от всех участников этих драматических событий для достижения общих поставленных целей. В подобных случаях приоритет собственной безопасности добровольно может быть отдан человеком в



пользу безопасности общества и государства, рождая примеры подлинной самоотверженности и героизма.

Понятие «угроза безопасности» трактуется в упомянутом выше Федеральном законе как совокупность условий и факторов, создающих опасность жизненно важным интересам личности, общества и государства.

В свою очередь, согласно этому же Федеральному закону «жизненно важные интересы» рассматриваются как совокупность потребностей, удовлетворение которых надежно обеспечивает существование и возможности развития личности, общества и государства.

Особо следует отметить, что само «государство» рассматривается в данном определении как основной политический институт организации системы общества, осуществляющий функции управления этим обществом и защиты его социально-экономической структуры. Иначе говоря, именно государство, образованное самим обществом, выступает в дальнейшем в качестве *основного субъекта обеспечения безопасности* по отношению к этому же самому государству, обществу и каждой отдельной личности, входящей в состав этого общества и государства.

Следует заметить, что указанный выше Федеральный закон в силу своего внутригосударственного статуса не затрагивает еще один важнейший уровень объектов безопасности — *международное (мировое) сообщество*. В юриспруденции, однако, существует общепринятая практика подчиненности внутригосударственных законов и правовых норм подписанным и ратифицированным международным договорам и обязательствам.

Таким образом, рассмотренные объекты можно расположить по степени возрастающего обобщения по структурным уровням безопасности: личность, общество, государство, международное (мировое) сообщество.

На основании изложенного можно констатировать, что *безопасность* — это состояние эффективной защищенности системы взаимосвязанных структурных уровней личности, общества, государства и международного (мирового) сообщества от совокупности факторов, создающих опасности или угрозы самому существованию, интересам и возможности развития этой системы.

Используемое в данном определении понятие «эффективная защищенность» призвано подчеркнуть, что эффективный характер безопасности объектов предполагает не только их всестороннюю защиту, но и проведение по отношению к ним в случае необходимости

легитимных превентивных мер по уменьшению самого уровня опасности (угрозы). Тем самым достигается существенное сокращение экономических, социальных и другого рода издержек, связанных с поддержанием безопасности системы на заданном уровне.

Важным и необходимым условием правомерности проведения такого рода превентивных мер является их легитимный (от лат. *legitimus* — законный, согласованный с законом) характер. В противном случае незаконные превентивные меры по эффективной защите объектов безопасности сами рискуют превратиться в самостоятельный источник угрозы (опасности).

Примером обеспечения эффективной защищенности объектов безопасности может служить нередко встречающаяся ситуация, связанная с угрозой весеннего паводка и возможным затоплением рекой прибрежных населенных пунктов. В этом случае, кроме традиционных мер по строительству дамб и других защитных сооружений, весьма действенным средством обеспечения безопасности является проведение превентивных операций по подрыву ледяных заторов на реке, что обычно резко снижает угрозу наводнения и позволяет избежать перерастания оценки ситуации из сложной в чрезвычайную.

Следует отметить, что предложенная выше трактовка понятия «безопасность» обладает некоторыми важными качественными особенностями:

— рассмотрение безопасности предлагается проводить в том числе и на правовой основе федерального закона и международного права;

— распространение содержания понятия безопасности кроме человека также на общество, государство, международное (мировое) сообщество, состояние защищенности которых обуславливает защищенность каждого человека, что позволяет рассматривать их в качестве как объектов защиты, так и объектов структурных уровней безопасности жизнедеятельности;

— системный характер безопасности приводит к взаимосвязанности и взаимозависимости всех составляющих ее структурных уровней.

Принципиально важным и методически оправданным является демонстрируемый в предложенном выше определении подход, при котором безопасность трактуется не с точки зрения полного (что принципиально недостижимо) или частичного отсутствия опасности, а как определенная степень защищенности выделенных объектов от различных видов потенциальных угроз их жиз-

ненным интересам. При этом предполагается, что подобного рода угрозы, характеризующие тот или иной уровень опасности, в большинстве случаев существуют независимо от самих защищаемых объектов. Поэтому для обеспечения безопасности этих объектов оказывается возможным и необходимым сравнение по отношению к ним уровня угрозы и уровня защищенности.

Таким образом, упомянутые выше структурные уровни безопасности выделенных объектов защиты и предложенное расширенное определение безопасности включают в себя следующие основные компоненты:

— первый структурный уровень, рассматривающий безопасность человека, защищенность жизнедеятельности и здоровья каждой отдельной личности от различного рода угроз природного, техногенного или социального характера;

— второй структурный уровень, рассматривающий безопасность общества, защищенность жизнедеятельности и здоровья отдельных групп населения от различного рода угроз экологического, террористического, эпидемиологического или экономического характера;

— третий структурный уровень, рассматривающий безопасность государства, защищенность его независимости, территориальной целостности, экономических и политических интересов от различного рода угроз регионального, международного или глобального характера;

— четвертый структурный уровень, рассматривающий безопасность международного (мирового) сообщества, защищенность самого существования и возможности эффективного развития всех элементов общечеловеческой цивилизации от различного рода угроз глобального, биосферного или космологического характера.

Как уже указывалось выше, перечисленные структурные уровни объектов безопасности в силу их совместного влияния на состояние человека одновременно можно считать и структурными уровнями безопасности жизнедеятельности.

Понятие «безопасность жизнедеятельности» является весьма многоплановым и означает в том числе науку о безопасном взаимодействии человека с техносферой, а в более широком смысле — со средой обитания. Иначе говоря, традиционно в данном научном направлении рассматривается преимущественно лишь *локальная система жизнедеятельности* как образующая своего рода фундамент безопасности для системы более высокого уровня, так называемой *глобальной системы жизнедеятельности* (рис. 1.1). Соот-

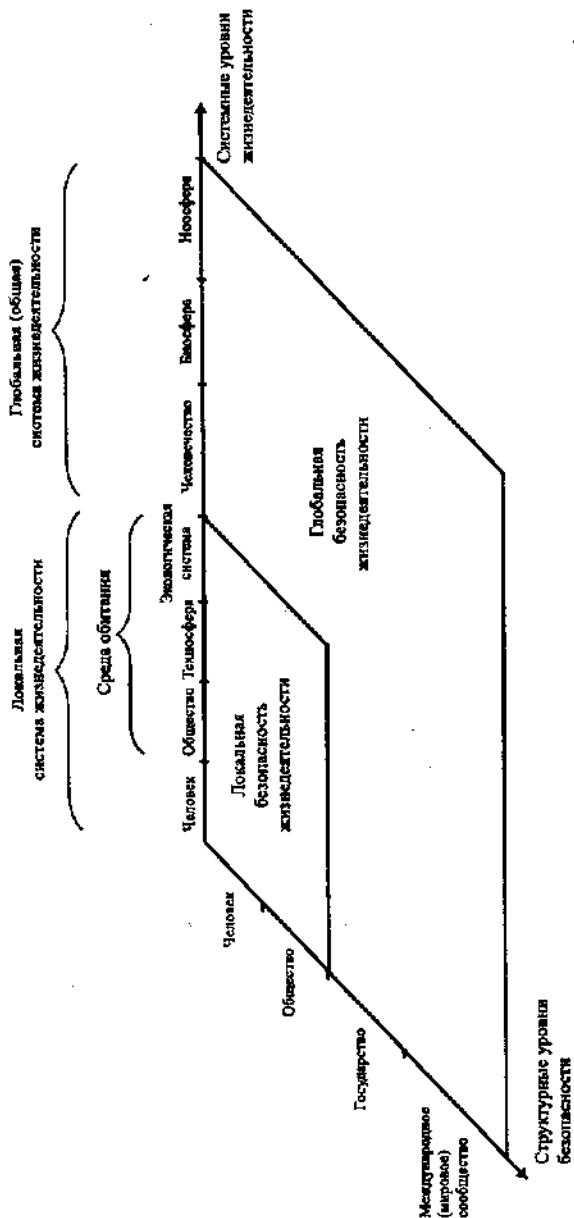


Рис. 1.1. Взаимосвязь уровней жизнедеятельности и безопасности

ветственно, можно выделить пространство *локальной безопасности жизнедеятельности*, которое составляет часть более общего пространства *глобальной безопасности жизнедеятельности*.

Кроме того, говоря о локальной безопасности жизнедеятельности, следует учитывать, что в последнее время наметилась также тенденция обобщенного рассмотрения безопасности жизнедеятельности как комплексного системного свойства, требующего использования системного подхода к проблеме защищенности политической, предпринимательской, информационной и других видов деятельности, имеющих не столько техногенный, сколько социальный характер.

Исследования в данной области, проводимые в рамках секьюритологии (от лат. *securitas* — безопасность), представляются чрезвычайно актуальными и важными. Многочисленные факты покушений на жизнь губернаторов, политических деятелей, предпринимателей, ученых, взрывы жилых зданий и захваты заложников наносят колоссальный и зачастую невосполнимый ущерб моральному состоянию общества, политической обстановке в государстве и международному престижу Российской Федерации и заставляют рассматривать террористическую угрозу в качестве одной из основных в современном мире, а борьбу с ней — важнейшей категорией обеспечения безопасности жизнедеятельности. Не случайно в Федеральном законе от 25 июля 1998 г. № 130-ФЗ «О борьбе с терроризмом» устанавливается, что эта борьба в Российской Федерации осуществляется в том числе и в целях «защиты личности, общества и государства от терроризма», что полностью соответствует упоминавшемуся выше Федеральному закону «О безопасности».

С учетом изложенного можно сделать вывод, что *общая цель безопасности жизнедеятельности* заключается в обеспечении эффективной защищенности приемлемых условий активного существования человека и его среды обитания от превышения допустимой степени воздействия негативных факторов на всех структурных уровнях безопасности.

Таким образом, собственно *проблема безопасности жизнедеятельности* сводится в основном к соразмерному соответствию в течение рассматриваемого времени  $t$  степени воздействия негативного фактора или угрозы  $U(t)$  и степени защищенности  $S(t)$  объектов различных структурных уровней по одному или нескольким параметрам, важным для обеспечения безопасности активного существования этих объектов:

$$S(t) \geq U(t). \quad (1.1)$$

При этом необходимо, чтобы речь шла именно о соответствии сравниваемых степеней активной защищенности и угрозы или, как минимум, непревышении уровня угрозы над степенью защищенности объектов безопасности, что и отражено в условии (1.1).

В противном случае, если имеет место неравенство

$$U(t) > S(t),$$

то безопасность жизнедеятельности рассматриваемых объектов гарантированно не может быть обеспечена в требуемой мере.

В качестве примера можно рассмотреть угрозу паводка и возведение защитных дамб, призванных противостоять ожидаемому подъему воды на некоторый прогнозируемый уровень, который в свою очередь зависит от целого ряда метеорологических факторов, но может быть обоснованно предсказан с учетом предшествующего многолетнего опыта с достаточной степенью точности. Очевидно, что с точки зрения обеспечения безопасности жизнедеятельности общества высота защитных сооружений должна превышать ожидаемый уровень паводковых вод или по крайней мере быть не меньше этого ожидаемого уровня природной угрозы.

Из приведенного простого примера видно, что, несмотря на принадлежность угрозы ко второму структурному уровню, характеризующему безопасность общества, на самом деле степень защищенности от угрозы паводка затрагивает также и интересы многих конкретных людей, чьи дома находятся в зоне возможного затопления паводковыми водами. Другими словами, степень угрозы всегда действует не только на присущем ей структурном уровне безопасности жизнедеятельности, но распространяется также и на все предшествующие структурные уровни объектов безопасности.

В результате, выделяя четыре основных структурных уровня объектов безопасности (личность, общество, государство и международное (мировое) сообщество), можно утверждать, что угрозы, действующие на первом структурном уровне, затрагивают обычно лишь безопасность жизнедеятельности отдельной личности, но не сказываются на безопасности последующих структурных уровней. Исключения составляют люди, олицетворяющие собой государственную власть или оказывающие суще-

ственное влияние на состояние общества. В этом случае проблемы безопасности жизнедеятельности выходят за рамки отдельной личности и должны рассматриваться на втором, третьем или даже четвертом структурных уровнях.

Негативные факторы (опасности, угрозы), действующие на втором структурном уровне по отношению к обществу, неизбежно будут распространяться и на первый структурный уровень безопасности жизнедеятельности человека, но вовсе необязательно должны отражаться на третьем или четвертом структурных уровнях безопасности государства и международного (мирового) сообщества. Исключением являются лишь те виды опасностей, которые затрагивают значительную часть общества и могут существенно повлиять на общее состояние государства в целом, например масштабные вооруженные конфликты или эпидемии.

Наконец, опасности, действующие по отношению к объекту третьего структурного уровня безопасности, — государству (например, в виде экономического дефолта или угрозы военной внешней агрессии), несомненно будут распространяться и на объекты предшествующих структурных уровней безопасности (на отдельные группы общества и каждого проживающего в этом государстве человека). Одновременно подобного рода опасности почти наверняка окажут свое воздействие и на общий уровень международной обстановки, отразившись в падении котировок акций и индексов деловой активности на мировых фондовых, товарно-сырьевых и валютных биржах.

Таким образом, негативные факторы (опасности, угрозы), действующие на объект определенного структурного уровня безопасности, обязательно распространяются на объекты всех предшествующих структурных уровней безопасности и лишь в качестве исключения могут затрагивать объекты последующих структурных уровней.

С течением времени отмечавшиеся выше глубокая взаимосвязь и взаимозависимость структурных уровней объектов безопасности неизбежно и часто в неявном виде приводят к распространению опасности (угрозы) с одного структурного уровня на другие, подобно кругам на воде от брошенного камня.

## ② Контрольные вопросы

1. Какой смысл вкладывается в понятие «жизнедеятельность»?
2. Как объясняются понятия «биосфера», «ноосфера» и «техносфера»?

3. Что составляет системные уровни жизнедеятельности?
4. Какие основные уровни входят в локальную (региональную) и общую (глобальную) системы жизнедеятельности?
5. С каких позиций можно объяснить термин «безопасность»?
6. Каковы основные объекты обеспечения безопасности?
7. Что означает «эффективная защищенность» объектов безопасности?
8. Какова взаимосвязь между структурными уровнями безопасности?
9. Почему следует учитывать не только техногенные, но и социальные аспекты безопасности жизнедеятельности?
10. Какова общая цель безопасности жизнедеятельности?

## 1.2. Системы и виды безопасности жизнедеятельности

Представленные в предыдущем параграфе *системные уровни жизнедеятельности и структурные уровни объектов безопасности* определяют некоторое пространство безопасности жизнедеятельности, на котором в свою очередь можно выделить области локальной и глобальной безопасности жизнедеятельности (см. рис. 1.1).

Каждая из указанных областей включает в себя также определенное *множество систем и видов безопасности*, образующих, по сути дела, еще одно, третье измерение в общей структуре безопасности жизнедеятельности. Рассмотрим последовательно основные и наиболее значимые из этих структурных единиц.

В основе любых систем безопасности, в конечном счете, находятся *личная безопасность и коллективная (общественная) безопасность*, которые, составляют базовый смысл понятия «безопасность жизнедеятельности», определяемого как безопасное взаимодействие человека со средой обитания, или эффективная защищенность приемлемых (комфортных) условий жизни человека в среде обитания, его жизненных интересов и самого существования от превышения допустимого уровня воздействия негативных факторов, опасностей, угроз природного, техногенного или социального характера.

*Системы личной и коллективной (общественной) безопасности* включают в себя следующие основные *виды безопасности жизнедеятельности*:



— безопасность здоровья, под которой понимается прежде всего соматическая (телесная) норма состояния человека, самоощущение нормального, привычного функционирования всех систем собственного организма с учетом естественных возрастных изменений;

— психологическую безопасность, которая предполагает внутреннюю уравновешенность человека, адекватность его реакций на внешние воздействия, соответствие поведения человека установленным, общепринятым в данном сообществе нормам морали и нравственности (это касается, в частности, и психологической безопасности группового поведения людей, когда, впадая в состояние общей взаимной невменяемости, группа подростков или фанатично настроенная толпа может стать источником немотивированных общественных беспорядков, разрушений и даже гибели людей);

— социальную безопасность, к которой относится необходимость обеспечения всемерной защищенности наиболее уязвимых в социальном отношении категорий населения, кардинальным образом определяющих возможность дальнейшего нормального существования и развития общества (именно поэтому столь важными и неотложными являются меры по предотвращению государством и обществом детской беспризорности и преступности, обеспечению достойных условий жизни пенсионеров и инвалидов, молодых матерей и многодетных семей);

— антинаркотическую безопасность, ставшую в последние годы одним из необходимых условий выживания значительной части молодого поколения, подверженного наркотической опасности, и сохранения перспектив эффективного развития страны (к сожалению, распространение наркотической зависимости, даже без учета людей, подверженных хроническому алкоголизму, затронуло в нашей стране до 4 млн человек, что составляет более 2,5% всего населения Российской Федерации);

— антикриминальную безопасность, актуальную практически для каждого человека, оказавшегося жертвой мошенничества, воровства, грабежа или более тяжких преступлений (достаточно сказать, что только количество заключенных, находящихся в местах лишения свободы за совершение преступлений против личности, общества и государства, составляет в Российской Федерации в настоящее время около 1 млн человек, а общее количество совершенных правонарушений и пострадавших от них людей — в десятки раз больше);

— противопожарную безопасность, требующую к себе возрастающего, неусыпного и самого внимательного отношения в связи с неизбежным обветшанием от времени электросетей подавляющей части старого жилого фонда страны, отсутствием финансовых средств на их плановую замену, увеличением этажности новостроек и все большим повышением мощности включаемых в сеть электроприборов (на безрадостном фоне участвовавших сообщений о пожарах в детских приютах и больницах единственным отрядным фактором остается самоотверженная работа пожарных частей и расчетов, особенно ярко проявленная ими при тушении многочисленных лесных и торфяных пожаров, охвативших значительную часть территории Российской Федерации засушливым летом 2002 г. и весной 2003 г.);

— техногенную (производственную и бытовую) безопасность, вообще играющую огромную роль в безопасности жизнедеятельности человека, в связи с разнообразием видов техногенных угроз и опасностей, неизбежно свойственных развитому промышленному производству и постиндустриальному обществу, активно входящих в нашу повседневную жизнь вместе с достижениями научно-технического прогресса (к сожалению, несмотря на все усилия по охране труда, уровень травматизма и смертности на производстве не может быть сведен к нулю, хотя к этому необходимо стремиться);

— транспортную безопасность, которая также приобрела в последние годы в нашей стране особо важное значение в связи со все возрастающим количеством человеческих жертв в результате автомобильных аварий (по данным ГИБДД, на автодорогах Российской Федерации теперь ежегодно гибнет свыше 35 тыс. человек, число пострадавших в дорожных авариях многократно превышает это количество), летных происшествий (по данным правительственных экспертов, к 2010 г. выработают свой ресурс не менее 50% авиационного парка нашей страны при выходе из строя в этот период ежегодно около 200 отечественных самолетов, что приведет к 2015 г. к утрате до 85% отечественного авиационного парка) и других видов транспортных катастроф;

— природную и экологическую безопасности, для осуществления которых человек вынужден, с одной стороны, бороться с опасностями и угрозами природного характера (такими как землетрясения, извержения вулканов, наводнения, ураганы, укусы ядовитых змей и насекомых, отравления грибами, простудные и вирусные заболевания), а с другой стороны, защищать саму при-

роду в ходе экологических, природоохранных мероприятий от хищнического истребления редких видов животных и растений, вырубки лесов, браконьерского вылова рыбы, отравления водных ресурсов сточными водами предприятий, разрушения озонового слоя атмосферы (при этом второй, экологический аспект безопасности не менее важен для человека и общества, чем первый, но является более растянутым во времени и поэтому воспринимается многими людьми как второстепенный фактор, да к тому же зачастую входящий в противоречие с их хозяйственной деятельностью и обыденным способом добывания денег);

— финансовую безопасность, под которой понимается защищенность денежных средств каждого отдельного человека и населения страны в целом от всякого рода финансовых угроз и опасностей, особенно ярко проявившихся в течение последнего десятилетия в самых разнообразных, но всегда убыточных для народа формах: «ваучерной» приватизации государственной собственности по демпинговым ценам, «галопирующей» инфляции с единовременным массовым обесцениванием банковских вкладов всего населения страны, создании многочисленных финансовых и банковских «пирамид» с последующим бегством их обогатившихся организаторов и разорением рядовых вкладчиков, многомиллиардных валютных займов Российской Федерации за рубежом с необходимостью их последующего обслуживания и выплаты, государственного «дефолта» по казначейским краткосрочным обязательствам с пятикратным обесцениванием национальной валюты, «голландской болезнью» с чрезмерным притоком в нашу страну валюты США и падением ее курсовой стоимости при нахождении на руках у населения к началу 2003 г. около 70 млрд дол.;

— безопасность предпринимательства, предусматривающую активную защищенность: людей, занятых бизнесом, — от попыток их похищения с целью вымогательства выкупа или физического устранения в конкурентной борьбе, предприятий — от нанесения им материального или финансового ущерба в результате рэкета и вымогательства, выпускаемой продукции — от непредвиденных падений ее стоимости и покупательского спроса, служебной конфиденциальной информации — от несанкционированного разглашения или похищения в результате промышленного шпионажа (несмотря на существование в России более чем 10 тыс. лицензированных охранных структур, 67% предпринимателей и сотрудников коммерческих организаций оценивают

состояние безопасности в сфере предпринимательства в нашей стране как явно неудовлетворительное);

— другие виды безопасности жизнедеятельности человека и общества.

В качестве основных *субъектов обеспечения указанных видов безопасности* со стороны государства и самого общества выступают органы здравоохранения, социального обеспечения, внутренних дел, ведомства по борьбе с незаконным оборотом наркотиков и по чрезвычайным ситуациям, системы охраны труда на предприятиях, службы противопожарной безопасности, государственная инспекция безопасности дорожного движения, структуры вневедомственной охраны.

Следующим уровнем безопасности является *государственная (национальная) безопасность*, которая включает в себя следующие основные виды:

— безопасность конституционного строя государства, под которой понимается активная защищенность законодательно установленного общественного устройства Российской Федерации и стабильность всей законодательно принятой системы государственной власти;

— безопасность органов государственной власти и управления, которая предполагает прежде всего активную и всестороннюю защищенность высших должностных лиц государства, возможность нормального выполнения ими своих конституционно установленных функций, а также охрану основных мест расположения органов власти и управления (к сожалению, «заказные» убийства губернаторов, депутатов и других высших должностных лиц государства показывают, что данный вид безопасности в нашей стране не обеспечен в требуемой мере);

— безопасность целостности и суверенитета страны, являющаяся залогом политической стабильности Российской Федерации как многонационального государственного образования на внутри- и внешнеполитической арене (попытки дробления страны, отторжения части территории нашего государства безусловно должны рассматриваться как деструктивные и направленные на подрыв существующего государственного суверенитета);

— антитеррористическая безопасность, представляющая собой систему эффективной защищенности жизненных интересов и самого существования всех структурных уровней объектов безопасности от разрушительных сил произвола и хаоса в любых

формах проявления и мотивации (в настоящий период времени, после взрывов домов в Москве и Волгодонске, захвата заложников на представлении «Норд-Ост» и в Беслане, антитерроризм превратился в один из важнейших элементов национальной безопасности);

— информационная безопасность, предполагающая защищенность информационных потоков и баз данных «закрытой» (т.е. имеющей гриф секретности) информации государственного или ведомственного значения от несанкционированного доступа, похищения или разглашения;

— безопасность национальной экономики, являющаяся многофакторным показателем защищенности государственных интересов Российской Федерации от негативных тенденций и спадов в деятельности международной экономической системы (включает в себя в том числе и сбалансированность экспортно-импортных потоков, возможно большую независимость основных отраслей экономики страны от международного влияния, защищенность кредитно-денежной и банковской системы нашего государства, реализацию национальных экономических интересов страны на международной арене);

— безопасность национальной культуры, связанная с сохранением и защитой национальных особенностей (уклада жизни, обычаев, религии, морали, нравственности, языка, одежды, кухни) многочисленных народов и народностей, населяющих Российскую Федерацию, от любого посягательства или агрессивного влияния, экспансии как со стороны «западной», так и со стороны «восточной» культуры (прекрасным примером этого вида безопасности может служить Европейский союз, в котором, несмотря на принятие единой денежной системы, каждая из входящих в него стран сохраняет, чтит и заботливо прививает молодому поколению свои национальные культурные традиции, ни в коем случае не навязывая их другим странам);

— демографическая безопасность, предполагающая постоянство или медленный рост населения страны, свидетельствующие соответственно о нормальных или даже комфортных условиях существования людей в этой стране, увеличении продолжительности их жизни, а в конечном счете и высоком уровне безопасности их жизнедеятельности (к сожалению, в Российской Федерации смертность превышает рождаемость, и численность населения страны неуклонно сокращается примерно на 800 тыс. человек в год);

— другие виды государственной (национальной) безопасности.

В качестве *субъектов обеспечения* указанных видов безопасности в нашей стране выступают Совет безопасности при Президенте Российской Федерации, Комитеты по безопасности Государственной Думы и Совета Федерации, Федеральная служба безопасности Российской Федерации, а также другие специальные государственные структуры.

Еще более общий уровень систем безопасности представляет собой *система международной коллективной безопасности*, которая включает в себя следующие ее основные виды:

— *антивоенная безопасность*, предполагающая активную защищенность международного сообщества от угрозы развязывания крупномасштабных вооруженных конфликтов как между отдельными странами или их коалициями, так и внутри отдельных государств (однако, несмотря на все предпринимаемые международным сообществом антивоенные усилия, по данным Гамбургского центра по изучению военных конфликтов АКУФ, только в течение одного 2002 г. в мире произошло 45 масштабных вооруженных столкновений, в основном в Африке и в Азии, в которых погибло в общей сложности около 7 млн человек);

— *противоэпидемиологическая безопасность*, связанная с обеспечением комплекса всемирных мероприятий по активной защищенности международного сообщества от глобальных эпидемий (пандемий) различных смертельно опасных вирусных заболеваний путем предупреждения последних, всемирного эпидемиологического контроля и мониторинга, своевременной вакцинации населения, оперативного реагирования на вспышки вирусных заболеваний с направлением экстренной международной медицинской помощи в любые нуждающиеся в ней страны и регионы (именно благодаря этим мероприятиям мировому сообществу совместно удалось оперативно пресечь опасность возможной гибели значительной части человечества во время недавнего глобального распространения вирусной атипичной пневмонии SARS, затронувшей в первой половине 2003 г. территорию 30 государств и, несмотря на усилия врачей, все-таки унесшей жизни 812 человек, но ликвидированной, как пандемия, по официальному заявлению Всемирной организации здравоохранения, уже к 5 июля 2003 г.);

— *международная антитеррористическая безопасность*, направленная на эффективное взаимодействие различных стран и всего международного сообщества в рамках объединенной мировой системы по борьбе с международным терроризмом (пос-

ле событий 11 сентября 2001 г., связанных с террористическими актами в США, стало очевидно, что для эффективного противодействия международному терроризму необходимы объединенные усилия всего мирового сообщества на основе единой системы международной коллективной безопасности, которые быстро принесли свои плоды в ходе войсковой операции по разгрому и уничтожению экстремистского движения «Талибан» на территории Афганистана);

— международная антикриминальная безопасность, построенная на принципах международного сотрудничества правоохранительных органов различных стран для обеспечения эффективной борьбы как с отдельными преступниками, так и с организованной транснациональной преступностью в целом (созданная мировым сообществом структура международной полиции ИНТЕРПОЛ за сравнительно недолгое время существования уже не раз на деле продемонстрировала эффективность своих действий на территории многих государств, особенно в борьбе с мощными международными синдикатами наркобизнеса и нелегальной торговли оружием);

— продовольственная безопасность, затрагивающая вопрос выживания населения целых стран и регионов Азии и Африки, особенно в периоды длительной засухи и хронического неурожая традиционных сельскохозяйственных культур, а также как следствие ведения длительных вооруженных конфликтов или в случае масштабных природных катастроф (существующая практика оказания экстренной международной гуманитарной помощи по линии Организации Объединенных Наций (ООН) и Международного Красного Креста служит зачастую единственным средством спасения от голода сотен тысяч человеческих жизней);

— международная экологическая безопасность, являющаяся в настоящее время постоянно возрастающим фактором ответственности всего мирового сообщества за окружающий природный мир и предусматривающая выполнение целого ряда совместных международных программ и договоров по охране окружающей среды (примером действенности объединенных усилий различных государств по обеспечению глобальной экологической безопасности может служить международный Монреальский договор 1987 г. о совместном сокращении всеми странами — участниками договора выбросов в атмосферу хлористых и фтористых соединений, разрушающих озоновый слой планеты, что позволило сначала остановить рост озоновых «дыр» в атмосфере

ре, особенно над полюсами Земли, а затем дало возможность надеяться на полное восстановление целостности озонового слоя атмосферы примерно к 2015 г.);

— другие виды международной коллективной безопасности.

Основными субъектами обеспечения указанных видов международной коллективной безопасности являются прежде всего: Организация Объединенных Наций и сформированный на ее основе Совет безопасности ООН, международные государственные и общественные организации, такие как ИНТЕРПОЛ, Всемирный банк, Международный и Европейский банки реконструкции и развития, ЮНЕСКО, Международный Красный Крест, Всемирная организация здравоохранения, Международный союз охраны природы и природных ресурсов, международная экологическая организация «Гринпис» и многие другие.

Наконец, высшим уровнем безопасности жизнедеятельности является *система глобальной безопасности*, имеющая в своей основе природный характер явлений на мегауровне и затрагивающая интересы всего человечества без деления его на государства, расы или национальности. К числу основных видов глобальной безопасности, исследование и подробную классификацию которых провел в своей фундаментальной работе «Выбор катастроф» известный американский ученый и писатель А. Азимов (1920—1992), относятся:

— космологическая безопасность, связанная с процессами, обусловленными поведением Вселенной, а также объектов нашей собственной Галактики, включая Солнце (при всей невозможности изменения происходящих на мегауровне природных явлений человек обладает способностью их научного предвидения, особенно, как подчеркивал известный русский ученый-биофизик и основатель гелиобиологии А.Л. Чижевский (1897—1964), того глобального влияния, которое оказывает на всю жизнедеятельность биосферы нашей планеты состояние и активность Солнца, в том числе выявленные 11-летние циклы солнечной активности, появление солнечных вспышек и пятен, долгосрочная перспектива эволюции нашей звезды и превращения ее в качественно новую структуру);

— противоастероидная безопасность, которая пока характеризуется отслеживанием космических угроз, а в будущем — и предотвращением столкновений нашей планеты с крупными космическими объектами типа астероидов и комет, способных привести к полному или значительному исчезновению жизни



на Земле (подобно тому, как это, согласно подтвержденной научной теории американского физика, Нобелевского лауреата Л. Альвареса (1911—1990), произошло около 65 млн лет назад и вызвало полную гибель всего разнообразного биологического мира динозавров);

— климатическая безопасность, складывающаяся из солнечной активности, комплексного состояния параметров всех основных компонентов географической оболочки нашей планеты, а также обобщенной техногенной деятельности всего человечества (по многолетним данным метеорологических наблюдений, общепланетарный климат Земли имеет в настоящее время тенденцию к потеплению, проявляющуюся, в частности, в суммарном повышении среднегодовой температуры только за последнее десятилетие на 0,6 градуса, что в свою очередь ведет к глобальному повышению уровня Мирового океана, засухе и возникновению лесных пожаров на огромных территориях, увеличению вероятности зарождения смерчей и торнадо, усилению разрушительной мощи ураганов и тайфунов, распространению наводнений, учащению схода в горах снежных лавин и даже целых ледников);

— другие виды глобальной безопасности.

Основными субъектами проведения всестороннего изучения окружающего космического пространства и природной среды нашей планеты на *мегауровне* выступают Организация Объединенных Наций и соответствующие профильные комитеты ООН, Глобальный экологический фонд, Всемирная организация здравоохранения, международная система астрофизических исследований и экологического мониторинга Земли на базе наземных и космических средств наблюдения (в том числе международной космической станции «Альфа» и космического телескопа Хаббла), другие международные организации.

Рассмотрение основных систем и видов безопасности жизнедеятельности позволяет представить на рис. 1.2 обобщенную графическую структуру систем безопасности жизнедеятельности, образующих на основе ранее выделенных систем жизнедеятельности и объектов безопасности единое комплексное пространство всей проблематики безопасности жизнедеятельности. В этом пространстве показана область традиционного рассмотрения проблем взаимодействия человека со средой обитания на базе локальной безопасности жизнедеятельности, являющаяся важнейшей частью как личной безопасности каждого человека, так и коллективной (общественной) безопасности людей.

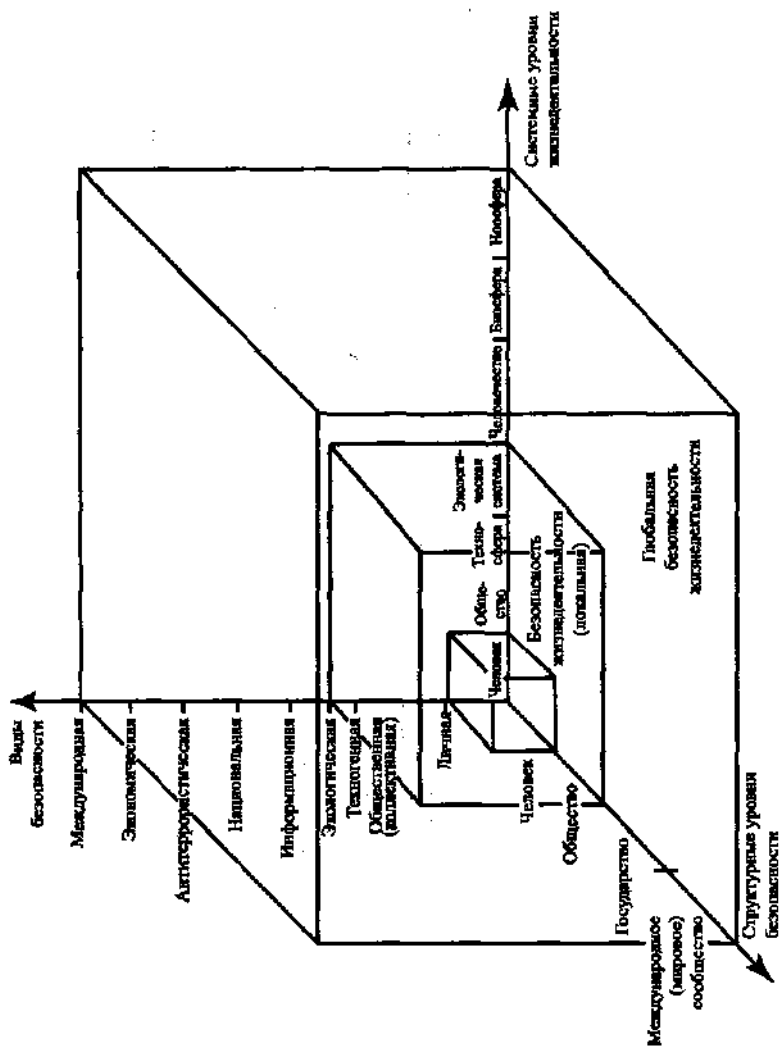


Рис. 1.2. Виды безопасности на различных уровнях жизнедеятельности

Остальное пространство формируемых систем безопасности жизнедеятельности более высоких уровней общности базируется, как видно на рис. 1.2, на области глобальной безопасности жизнедеятельности. Существенный объем, занимаемый этим пространством, свидетельствует о необходимости учета влияния входящих в него многочисленных видов безопасности, тем более что каждая из систем безопасности более высоких уровней общности неизбежно влияет на более низкие уровни, участвуя в формировании общей оценки безопасности жизнедеятельности человека.

Приведенная классификация систем и видов безопасности жизнедеятельности является достаточно упрощенной, тем не менее она позволяет дать представление о сложности и многообразии самой проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности в целом, а также об основных направлениях ее исследования и решения.

### ② *Контрольные вопросы*

1. На основе каких систем жизнедеятельности и структурных уровней безопасности формируются выделенные системы и виды безопасности жизнедеятельности?

2. Почему базовый уровень систем безопасности жизнедеятельности является комплексным и образован системами личной безопасности и коллективной (общественной) безопасности человека?

3. Какие виды безопасности жизнедеятельности определяют в основном активную защищенность личности человека от угроз и опасностей?

4. Каковы основные субъекты обеспечения личной и коллективной (общественной) безопасности человека?

5. Какие виды безопасности входят в систему государственной (национальной) безопасности?

6. Почему в число субъектов обеспечения государственной (национальной) безопасности обычно не входят общественные организации?

7. В чем заключается важность системы международной коллективной безопасности?

8. Какие межгосударственные и общественные организации являются субъектами обеспечения международной коллективной безопасности?

9. Какими характеристиками должен обладать тот или иной вид безопасности, чтобы относиться к системе глобальной безопасности?

10. Как отражается на общей безопасности жизнедеятельности человека наличие систем безопасности более высокого уровня?

## СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК — СРЕДА ОБИТАНИЯ»

### 2.1. Человек и среда обитания

Как уже отмечалось в предыдущей главе, само понятие «безопасность жизнедеятельности», являясь по своей сути базово-системным, включает в себя многочисленные уровни и аспекты. При этом традиционное рассмотрение проблем безопасности жизнедеятельности как науки основано на раскрытии особенностей безопасного взаимодействия человека (группы людей) с техносферой или, в более широком смысле, со средой обитания.

Следует отметить, что последнее (расширенное) толкование этого понятия представляется более предпочтительным, поскольку позволяет дополнительно включить в рассмотрение проблемы безопасности целый ряд актуальных вопросов организации жизни человека в современном обществе, обеспечив тем самым и реальное использование системного подхода к решению этой действительно важнейшей проблемы выживания, активного существования и эффективного развития всех взаимосвязанных структурных уровней человечества и окружающего мира в рамках как локальной, так и глобальной безопасности жизнедеятельности.

Напомним, что под *безопасностью жизнедеятельности* понимается безопасное взаимодействие человека (группы людей, общества) со средой обитания, или эффективная защищенность приемлемых (в идеальном случае — комфортных) условий жизни человека и общества в среде обитания от превышения допустимого уровня воздействия негативных факторов, опасностей, угроз своим интересам и самому существованию.

В свою очередь среда обитания человека включает в себя, по меньшей мере, три основных компонента: социальный, техно-

генный, природный. Иначе говоря, *среда обитания* рассматривается как совокупность социальных, техногенных и природных факторов, существующих соответственно в обществе, техносфере и экологической системе.

Таким образом, в двух последних определениях *общество* как совокупность и результат взаимодействия некоторого количества людей выступает, с одной стороны, в качестве *объекта безопасности жизнедеятельности*, а с другой — в качестве *компонента среды обитания*, потенциально способного к формированию негативных социальных факторов, опасностей, угроз.

Подобный социальный аспект безопасности жизнедеятельности для какой-либо определенной группы населения приводит к формированию понятия *общественной безопасности*, а для каждого отдельного человека тесно связано с представлением о *личной безопасности*. К сожалению, гражданские войны, политические репрессии, заказные убийства, терроризм, захват заложников, организованная преступность, многочисленные виды преступлений против личности — все это в совокупности и различных формах проявления может представлять собой реальный источник социальной напряженности и нестабильности, который невозможно игнорировать, говоря о безопасности жизнедеятельности.

Однако даже правонарушитель, являющийся источником социальной опасности, имеет право на юридическую защиту как личность, т.е. установленный законом объект безопасности жизнедеятельности. Кстати, с этой точки зрения смертная казнь, находящаяся в нашей стране под действием бессрочного моратория, но все еще не отмененная законом окончательно, вообще противоречит смыслу и основным положениям Закона РФ «О безопасности».

Другой компонент среды обитания — *техносфера* — представляет собой элемент ноосферы, сформированный путем преобразования части биосферы в антропогенные объекты, полностью утратившие свойства природной среды и основанные на использовании человеком различных видов техники и технологии. трактовка понятия «антропогенные объекты» в данном определении полностью правомерна и соответствует Федеральному закону от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Созданная человеческим обществом техносфера в конечном счете начинает сама активно влиять на безопасность его жизнедеятельности, становясь мощным фактором существования современной цивилизации. Иначе говоря, техносфера, создаваемая человеком для

повышения производительности своего труда и комфортности отдыха, может демонстрировать затем целый ряд негативных эффектов, представляющих опасность для самого человека и общества.

Примерами реализации таких опасностей со стороны техносферы являются случаи травматизма и гибели людей на производстве, огромное число жертв дорожно-транспортных происшествий, техногенные катастрофы локального и глобального масштаба, крупнейшей из которых за последние десятилетия можно считать аварию на Чернобыльской АЭС, и др.

Кроме человека и общества негативное влияние со стороны техносферы как совокупности антропогенных объектов испытывает и природная окружающая среда. Изменение газового состава атмосферы крупных промышленных объектов и мегаполисов, гибель многочисленных животных под колесами автомобилей, замусоривание и загрязнение солями тяжелых металлов придорожных лесных массивов, морские экологические катастрофы из-за гигантских проливов нефти и нефтепродуктов из танкеров, приведение в полную негодность для полезного использования огромных территорий вокруг космодромов и буровых скважин, увеличивающееся на 8% в год замусоривание окружающего космоса фрагментами конструкций космических аппаратов — все это лишь малая часть негативных последствий, обусловленных вынужденным контактом природы с техносферой. В конечном же счете, ухудшающееся состояние экологии окружающей среды от действия созданной человеком техносферы вновь ведет к увеличению опасностей для самого человека и общества. Подобный эффект по отношению к человечеству очень наглядно можно сравнить с действием своеобразного «бумеранга техносферы», запущенного человеком с целью покорения природы и вернувшегося к нему обратно через некоторое время в виде вполне реальной угрозы ухудшения его среды обитания и качества жизни.

Последний из компонентов среды обитания — *экологическая система* — имеет природный характер и является частью биосферы, объединяя в себе растительный, животный и вообще весь биологический мир, обитающий на определенной территории, а также те физико-химические условия, которые существуют в окружающей среде на этой территории в атмосфере, гидросфере и литосфере.

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» *естественная экологическая система* характеризует состояние природной среды — совокупности природных и при-

родно-антропогенных объектов, сохранивших свои природные свойства. Иначе говоря, вмешательство человека в естественную экологическую систему если и существует, то является минимальным, ограничиваясь защитными и рекреационными (от лат. *recreatio* — восстановление) функциями, направленными на сохранение и поддержание естественного состояния окружающей природы (например, организация заповедников или территорий, используемых для отдыха и восстановления здоровья людей).

Однако невмешательство или минимальное вмешательство человека в природную среду вовсе не означает полного отсутствия негативных факторов и потенциальных опасностей для человека и общества со стороны природной среды. Более того, огромная мощность воздействия негативных природных факторов в виде ураганов, наводнений, землетрясений, цунами, извержений вулканов носит чаще всего катастрофический характер и приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций. Еще один серьезнейший негативный фактор воздействия на человеческое общество со стороны биологических систем связан с возникновением все новых штаммов вирусных заболеваний, некоторые из которых представляют для человека смертельную угрозу, как, например, «коронавирус» атипичной пневмонии (SARS), и могут приобретать характер всемирной эпидемии (пандемии).

Таким образом, даже краткий анализ трех основных компонентов среды обитания, представленных социальными, техногенными и природными факторами, показывает, что при определенных условиях воздействия они могут стать и становятся источником реальных опасностей для человека и общества.

Понятие «опасность» в науке о безопасности жизнедеятельности является одним из важнейших и обозначает существование явной или скрытой угрозы жизни, здоровью, общественному положению, финансовому или имущественному состоянию человека (группы людей).

Весь спектр, совокупность различных опасностей образуют *ноксосферу*, характеризующую потенциальный уровень неблагоприятных для человека факторов окружающей среды, который объективно существует или может возникнуть в будущем в процессе жизнедеятельности человека. Источниками образования ноксосферы являются общество, техносфера и экологические системы.

Таким образом, можно представить многоуровневую структуру, показанную на рис. 2.1. Нижний (базовый) уровень этой структуры образован множеством факторов реально существующей окружающей среды ( $S$ ), в состав которой входит реально существующая среда обитания человека ( $A$ ), которая в свою очередь складывается из факторов социальной области ( $C$ ), факторов техногенной области ( $T$ ), факторов природной области экологической системы ( $E$ ) и отображается в обозначениях теории множеств следующим образом:

$$C \cup T \cup E = A \in S.$$

Уровень  $D$  объективной  
(реальной) деятельности человека

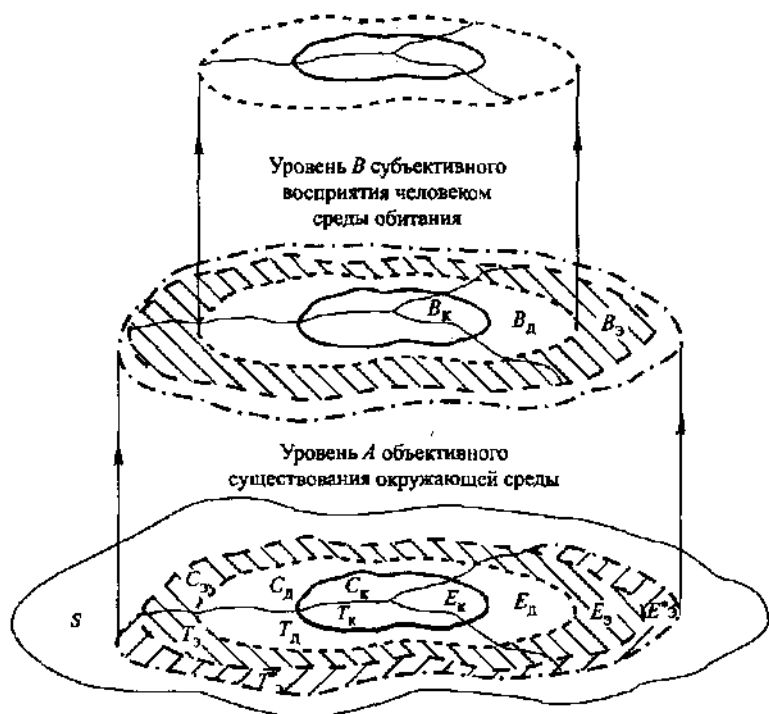


Рис. 2.1. Многоуровневая структура среды обитания и жизнедеятельности в ней человека

Зоны (здесь и на рис. 2.2): ——— комфортная; - - - - допустимая;  
- - - экстремальная; - · - · - · сверхэкстремальная



В рамках указанной среды обитания  $A$ , находящейся внутри существенно более обширной окружающей среды  $S$ , можно выделить практически безопасную (комфортную) область параметров  $A_k$ , обычную (допустимую) область параметров приемлемого уровня риска  $A_d$ , недопустимую (экстремальную) область параметров высокого уровня риска  $A_3$ .

Каждая из перечисленных областей среды обитания обладает своей определенной степенью риска жизнедеятельности человека и складывается из соответствующих сегментов социальных ( $C_k, C_d, C_3$ ), техногенных ( $T_k, T_d, T_3$ ) и природных экологических ( $E_k, E_d, E_3$ ) факторов, где индексы «к», «д» и «э» обозначают соответственно принадлежность того или иного сегмента к комфортной, допустимой или экстремальной зонам:

$$A_k = C_k \cup T_k \cup E_k;$$

$$A_d = C_d \cup T_d \cup E_d;$$

$$A_3 = C_3 \cup T_3 \cup E_3.$$

Область окружающей среды, находящаяся за пределами экстремальной области среды обитания, не совместима с жизнедеятельностью человека и гарантированно ведет к его гибели при отсутствии специальных защитных устройств (скафандров). Защитные свойства таких скафандров и функционально сходных с ними устройств позволяют искусственно расширить область экстремальных условий, где жизнедеятельность человека все же может быть реализована, хотя и с очень высоким для него риском. Именно такой сверхэкстремальной областью  $A_3^*$  являются глубоководный мир и космическое пространство, зоны действия радиактивности или СВЧ-излучения, условия сверхвысокой или сверхнизкой температуры, области химического или биологического заражения. Во всех указанных случаях огромный риск для жизни человека обусловлен лишь действием факторов техносферы ( $T_3^*$ ) и природной окружающей среды ( $E_3^*$ ):

$$A_3^* = T_3^* \cup E_3^*.$$

Соответственно, к ноक्सфере  $N$  с необходимостью должны быть отнесены зоны высокого ( $A_3$ ) и сверхвысокого ( $A_3^*$ ) уров-

ня опасности для жизни и здоровья человека (на рис. 2.1 — заштрихованные области):

$$N = A_3 \cup A_3^*$$

Вторым, промежуточным уровнем в структуре (см. рис. 2.1) является уровень  $B$ , сформированный в сознании человека (коллектива, общества) в качестве его представления о свойствах среды обитания, степени ее комфортности или опасности для жизнедеятельности. Как и реальность уровня  $A$ , виртуальный мир уровня  $B$  включает в себя области комфортного ( $B_K$ ), допустимого ( $B_D$ ) и экстремального ( $B_3$ ) характера жизнедеятельности:

$$B = B_K \cup B_D \cup B_3.$$

Как правило, границы такого представления не только оказываются весьма размытыми, но и в значительной степени субъективными как для каждого отдельного человека, так и для различных социальных групп населения в соответствии с их возрастом, образованием, профессией, уровнем обеспеченности, темпераментом, национальными традициями, конфессиональными взглядами и т.д. В результате, границы выделенных областей второго уровня могут существенно отличаться от реального мира уровня  $A$ .

Однако именно второй уровень  $B$  мира представлений лежит в основе формирования реальной жизнедеятельности человека на третьем, высшем уровне структуры, который обозначен на рис. 2.1 как уровень  $D$ . Этот третий уровень, который называют *гомосферой*, т.е. сферой активного существования, жизнедеятельности человека (группы людей, общества), и является наиболее значимым для практики.

Обратная проекция на уровень  $A$  вначале мысленно сформированной, а затем и практически осуществляемой деятельности показывает, насколько были субъективные представления человека адекватны существующей реальности, в какой степени сформированная человеком деятельность соответствует действительному уровню безопасности его среды обитания.

Существенным для анализа безопасности жизнедеятельности является уровень несовпадения гомосферы  $D$  и ноксосферы  $N$ , различные варианты которого схематично показаны на рис. 2.2. Наиболее предпочтительным и безопасным для жизнедеятельности человека является вариант, показан-

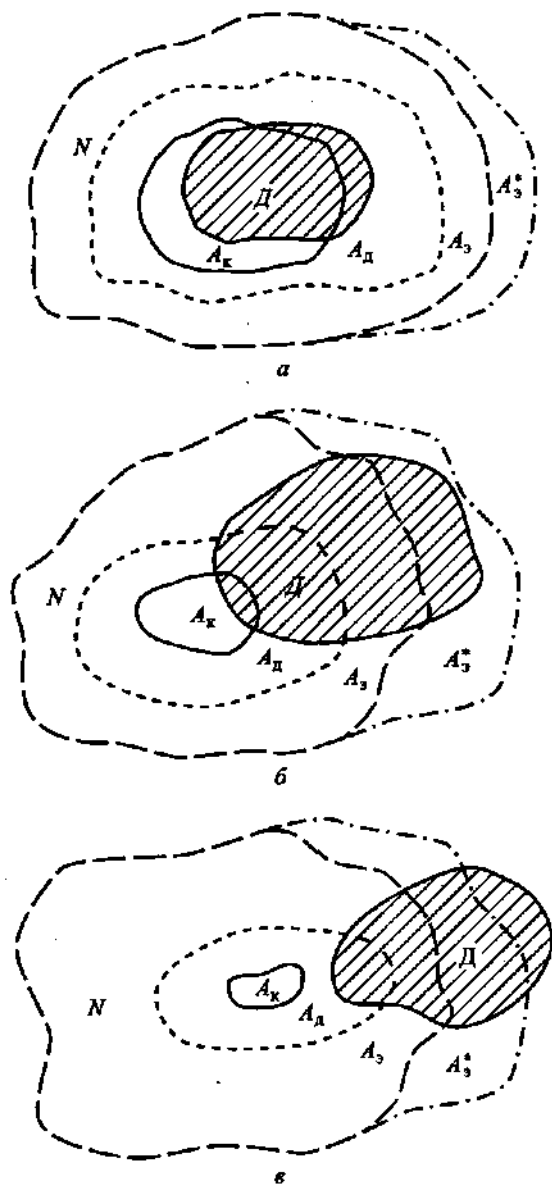


Рис. 2.2. Различные варианты взаимодействия среды обитания, ноксосферы и гомосферы

ный на рис. 2.2, а, при котором полностью отсутствует хоть какой-либо контакт гомосферы и ноксосферы. При этом жизнедеятельность человека в анализируемый период времени целиком и полностью протекает лишь в рамках допустимой и комфортной области, т.е. отвечает следующему условию:

$$D \in A_k \cup A_d.$$

Именно всемерное обеспечение этого условия и является основной целью безопасности жизнедеятельности как науки и практическим руководством к действию многочисленных охранных служб и структур.

К сожалению, сформированная человеком деятельность  $D$  на практике чаще всего сталкивается с частичным совпадением по отдельным факторам с теми областями среды обитания  $A_3$  и  $A_3^*$ , которые ранее отнесены к составу ноксосферы  $N$ , что отражено графически на рис. 2.2, б и связано зависимостью:

$$D \cap N = A_3 \cup A_3^*.$$

При этом следует отметить, что жизнедеятельность, даже частично относящаяся к области  $D \cap A_3^*$ , неизбежно требует для обеспечения своей безопасности, хотя бы и на экстремальном уровне, обязательного применения скафандров или других специальных защитных средств.

Наконец, выход гомосферы  $D$  за пределы области обитания  $A$ , что показано на рис. 2.2, в, гарантированно ведет к гибели человека, даже несмотря на применение защитного скафандра или других средств изоляции от окружающей среды.

В заключение данного параграфа следует еще раз подчеркнуть, что использование при анализе состояния среды обитания человека, ноксосферы и сферы деятельности человека (гомосферы) математического аппарата теории множеств позволяет добиться большей наглядности взаимодействия указанных областей, причем особо важную роль в обеспечении бесконфликтного характера этого взаимодействия играет сформированное внутреннее представление человека о состоянии среды его обитания и уровне тех потенциальных опасностей, которые могут сопутствовать реализуемой им на практике жизнедеятельности. Несоответствие этого представления реаль-

ному состоянию дел в окружающей среде, переоценка собственных возможностей и недооценка уровня потенциальных опасностей ведут к различного рода потерям и ущербу, невыполнению поставленных задач, угрозам здоровью человека и самой его жизни.

В известной мере представленная на рис. 2.1 многоуровневая взаимосвязанная структура может рассматриваться как современная модель, имеющая в качестве своего прототипа так называемую концепцию «трех миров», выдвинутую еще в середине XX в. австрийским философом К.Р. Поппером (1902—1994), причем итоговыми результатами в указанной философской концепции выступали некие научные теории, мораль, искусство, культура и другие категории достаточно обобщенного характера. В представленной выше многоуровневой структуре существенным отличием является то, что в ней на третьем, верхнем уровне формируются конкретные модели жизнедеятельности человека, которые проецируются затем обратно в мир физической реальности как руководство к действиям человека в его среде обитания.

Для дальнейшего анализа эффективности сформированной жизнедеятельности человека в среде обитания использованы показанные на рис. 2.2 графические построения, выполненные на основе широко применяемых в теории множеств диаграмм Эйлера — Венна. Наглядный характер этих диаграмм оказывается чрезвычайно удобным для классификации основных соотношений гомосферы и ноксосферы, существенно влияющих на безопасность действий человека.

В целом, в соответствии с общепринятым в безопасности жизнедеятельности базовым постулатом любая реализуемая человеком деятельность может рассматриваться как потенциально опасная, т.е. несущая в себе элементы риска. Однако снижение степени этого риска, уменьшение уровня потенциальных опасностей, сопутствующих действиям человека, во многом предопределяются внутренней готовностью самого человека к предупреждению и отражению возможных угроз.

Таким образом, человеком формируется внутреннее представление:

— об окружающей среде вообще как абстрактном физико-биологическом мире, обладающем определенной совокупностью свойств, включая и несовместимые с жизнью человека;

— о конкретной среде обитания, объективно существующей на данном интервале времени независимо от воли человека;

— о ноэосфере как совокупности повышенных опасностей, свойственных данной среде обитания в процессе жизнедеятельности человека;

— о гомосфере как возможных видах деятельности человека, реализуемых в данной среде обитания.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Каковы основные компоненты среды обитания?
2. В чем заключаются особенности социального аспекта среды обитания?
3. Что означают термины «техносфера» и «экологическая система»?
4. Каково взаимное влияние техносферы и экологических систем?
5. Что входит в понятие «ноэосфера»?
6. Чем отличаются понятия «среда обитания» и «окружающая среда»?
7. Какова роль представления человека о среде обитания и ноэосфере?
8. Что обозначает и как формируется «гомосфера»?
9. Каковы основные варианты взаимодействия гомосферы и ноэосферы?
10. Как влияет на гомосферу использование человеком различного вида скафандров и других специальных защитных средств?

## **2.2. Характерные состояния системы «человек — среда обитания»**

Необходимость рассмотрения проблем и особенностей взаимодействия человека с его средой обитания в процессе жизнедеятельности с общих системных позиций подтверждается рядом нескольких соображений. Во-первых, сам человек является по сути неформализуемым и чрезвычайно сложным объектом исследования, к анализу поведения которого применимы лишь самые общие рекомендации. Во-вторых, окружающий мир слишком разнообразен в своих проявлениях, частностях и особенностях. И наконец, в-третьих, взаимодействие двух указанных неопределенностей оказывается еще на несколько порядков сложнее, чем каждая из них.

Итак, система «человек — среда обитания» образована средой обитания как частью более общей окружающей среды, причем последняя помимо пригодных для человека условий обладает также свойствами, совершенно неприемлемыми для его жизнедеятельности, и гомосферой — областью реализации жизнедеятельности человека в определенной среде обитания.

Как в любой системе, взаимодействие составляющих ее элементов должно приводить к образованию нового требуемого качества. Важнейшим требуемым качеством рассматриваемой системы «человек — среда обитания» прежде всего является ее безопасность для жизнедеятельности человека и самой среды, и только затем уже эффективность этой жизнедеятельности. Другими словами, обеспечение безопасности выступает необходимым условием существования указанной системы, а эффективность этого существования может рассматриваться как достаточное условие.

С учетом этого требуемого свойства, а также на основе проведенного в 2.1 анализа можно выделить следующие основные характерные состояния системы «человек — среда обитания»:

— комфортные (оптимальные) условия жизнедеятельности человека и среды обитания, при которых совокупный риск возникновения угроз и опасностей минимален, а безопасность жизнедеятельности, напротив, оценивается как максимально возможная. Все параметры системы при этом имеют наиболее предпочтительные значения, в результате чего обеспечивается максимальная эффективность жизнедеятельности человека и наилучшее состояние его здоровья;

— допустимые (относительно дискомфортные) условия жизнедеятельности человека, при которых совокупный риск возникновения угроз и опасностей не выходит за рамки приемлемых значений, а безопасность жизнедеятельности оценивается как достаточная. Некоторые параметры системы воспринимаются человеком при этом как дискомфортные, но не выходящие за допустимые границы. Эффективность жизнедеятельности человека в результате может оказаться пониженной, но субъективные ощущения и функциональные изменения допускают эффект привыкания к ним со временем. Состояние среды обитания при этом близко к норме;

— экстремальные (опасные) условия жизнедеятельности человека, при которых совокупный риск возникновения угроз и

опасностей превышает приемлемые значения и становится очень большим, а безопасность жизнедеятельности оказывается существенно ниже допустимого уровня. Отдельные или многие параметры системы оцениваются при этом человеком как ненормально опасные для его здоровья и жизни, а также самой среды обитания. Как следствие, жизнедеятельность человека в указанных условиях может характеризоваться либо очень высокой эффективностью и относиться по сути к мобилизационному типу действий в течение строго ограниченного и сравнительно небольшого интервала времени, либо полным отказом от выполнения необходимых действий. Возникающие при этом субъективные ощущения человека и его функциональные изменения хотя и не ведут, как правило, в течение указанного непродолжительного времени к патологическим последствиям, но полностью исключают эффект привыкания к такого рода экстремальным условиям. Состояние среды обитания зачастую можно отнести в подобных условиях к числу аномальных;

— *сверхэкстремальные (чрезвычайно опасные) условия жизнедеятельности человека, при которых совокупный риск возникновения угроз и опасностей огромен, а безопасность жизнедеятельности, напротив, оценивается как минимально возможная и совершенно недостаточная без использования специальных защитных средств. Однако даже применение скафандров и других подобного рода защитных средств делает возможность жизнедеятельности человека в таких условиях очень ограниченной по времени и очень низкой по эффективности, хотя и с огромным напряжением всех его духовных и физических сил. Функциональные и физиологические изменения состояния человека достаточно быстро могут стать при этом необратимыми и привести к возникновению патологии его здоровья, даже к частичной или полной потере трудоспособности (инвалидности). В то же время состояние среды обитания может быть либо очень близким к катастрофическому, либо оно уже успело достигнуть стадии природной (экологической) или техногенной катастрофы со всеми вытекающими из этого негативными для человека и биосферы последствиями. Подобное состояние системы рассматривается как *чрезвычайная ситуация*.*

С позиций безопасности жизнедеятельности только первые два состояния условий (комфортные и допустимые) из перечисленных состояний системы «человек — среда обитания» характеризуются как приемлемые для осуществления нормальной



жизнедеятельности человека (гомосферы) и нормального существования его среды обитания.

Экстремальные и сверхэкстремальные условия жизнедеятельности человека и состояния системы «человек — среда обитания» составляют соответственно область высокого и сверхвысокого уровней риска, опасностей (ноксосферы), которые считаются неприемлемыми для нормальной жизнедеятельности человека (гомосферы) и нормального существования его среды обитания. Тем самым утверждается принципиальная *несовместимость* гомосферы и ноксосферы.

Точно также характеризуется безопасностью жизнедеятельности и в современной трактовке Трудового кодекса Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ, где в ст. 209 указано, что к безопасным условиям труда относятся «условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов».

При этом под «вредными» и «опасными» производственными факторами понимаются такие факторы, воздействие которых на работника может привести соответственно к его заболеванию или травме. Тем самым обозначены требуемые от работодателя состояния системы «человек — среда обитания», при которых влияние ноксосферы на гомосферу должно быть полностью исключено либо сведено до безопасного уровня.

С другой стороны, как уже отмечалось выше, абсолютно безопасных видов жизнедеятельности просто не существует, т.е. элементы риска и различных видов опасности присутствуют не только в области допустимых, но даже и в области комфортных условий жизнедеятельности. Все дело заключается лишь в незначительной степени присутствия в них этого риска и опасности, которые для комфортных условий вообще не превышают пренебрежимо малых значений.

Таким образом, оказывается, что существенными для оценки степени безопасности жизнедеятельности и соответственно отнесения системы «человек — среда обитания» к одному из возможных характерных состояний являются принимаемые граничные значения уровней риска и опасности, отделяющие эти характерные состояния друг от друга.

Индивидуальный уровень риска  $R_{см}(t)$ , год<sup>-1</sup>, гибели человека в результате производственной деятельности измеряется как отношение статистически зарегистрированного числа случаев  $N_{см}(t)$  со смертельным исходом за определенный интервал вре-

мени  $t$  (обычно за год) к общему числу  $n(t)$  занятых этой деятельностью людей в течение того же периода

$$R_{\text{см}}(t) = N_{\text{см}}(t) / n(t)t.$$

Нормируя данный показатель по времени, получаем безразмерное значение индивидуального риска  $R_{\text{см}}$  смертельного исхода как вероятность

$$R_{\text{см}} = R_{\text{см}}(t)t = N_{\text{см}} / n,$$

которая оценивается: для безопасных видов деятельности (комфортных условий) значениями  $R_{\text{см}} < 10^{-4}$ ; для относительно безопасных видов деятельности (допустимых условий) диапазоном значений  $10^{-4} \leq R_{\text{см}} < 10^{-3}$ ; для опасных видов деятельности (экстремальных условий) диапазоном значений  $10^{-3} \leq R_{\text{см}} < 10^{-2}$ ; для особо опасных видов деятельности (сверхэкстремальных условий) значениями  $R_{\text{см}} \geq 10^{-2}$ .

Из приведенной классификации видно, что граница между приемлемым уровнем опасности при осуществлении человеком производственной деятельности в комфортных или допустимых условиях и неприемлемым уровнем опасности при работе человека в экстремальных или сверхэкстремальных условиях располагается на уровне  $R_{\text{см}}^* = 10^{-3}$ . При значениях  $R_{\text{см}} < 10^{-3}$  получаем сравнительно безопасную область функционирования системы «человек — среда обитания», которую можно отнести к разряду гомосферы. Напротив, при значениях  $R_{\text{см}} \geq 10^{-3}$  деятельность человека в системе «человек — среда обитания» оценивается как протекающая в опасных или особо опасных условиях, т.е., по сути, в условиях ноксосферы.

К сожалению, статистика свидетельствует, что около 40 млн человек в Российской Федерации, что составляет примерно около 28% населения страны, проживает в настоящее время в области опасных условий, обусловленных техногенным или природным характером опасностей среды обитания.

Указанная граница между гомосферой и ноксосферой, характеризующаясь максимально допустимым уровнем опасности для человека при осуществлении производственной или какой-либо иной деятельности, получила название *приемлемого риска* ( $R_{\text{см}}^*$ ). Численное значение этого параметра весьма расплывчато, не является раз и навсегда установленным и зависит от целого ряда факторов, в том чис-

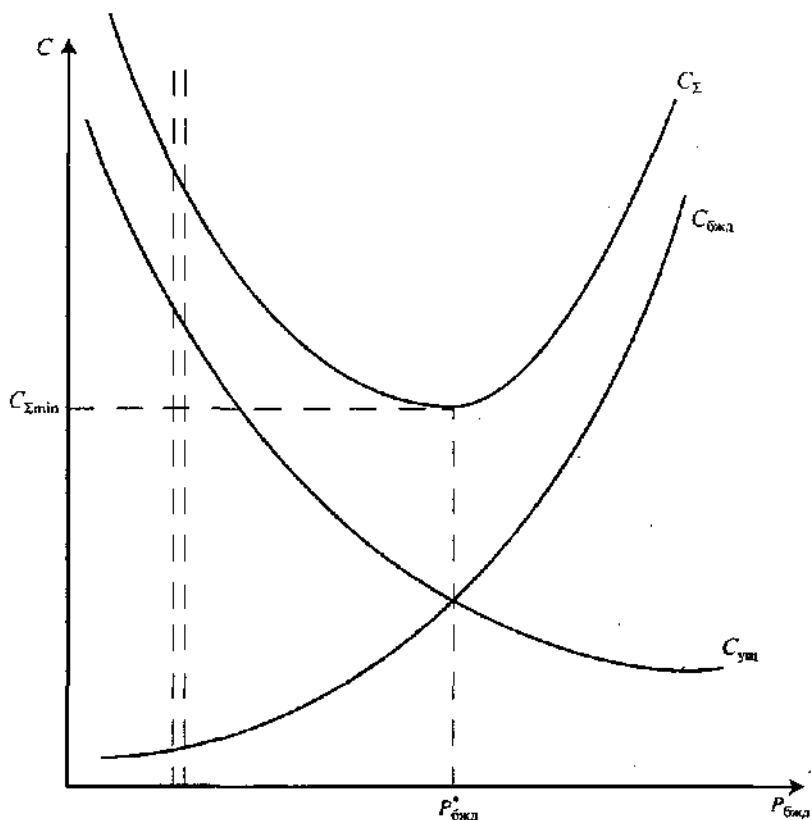
ле и политико-экономического характера. Считается, в частности, что приемлемый риск представляет собой разумный и общественно осознанный компромисс, определяемый, с одной стороны, совокупными затратами государства или организации на всевозможные защитные средства и охранные мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности самого человека и его среды обитания, а с другой стороны, экономической рентабельностью каждого из уровней общественного производства.

Другими словами, приемлемый риск можно образно сравнить с состоянием равновесия весов, на одной чаше которых находится безопасность человека и его среды обитания, а на другой — экономическая выгода.

Целесообразно пояснить указанное положение с помощью графического построения, представленного на рис. 2.3. На этом графике в системе координат, отражающих уровень безопасности жизнедеятельности ( $P_{бжд}$ ) и уровень экономических затрат ( $C$ ) при реализации любого вида производства, показаны две взаимно противоположные зависимости.

Одна из них связана с экономическими затратами на обеспечение требуемого уровня безопасности жизнедеятельности ( $C_{бжд}$ ) работников, занятых на производстве, и поддержание благоприятного уровня среды обитания. Особенностью этой кривой является гиперболический рост затрат при стремлении руководства производством обеспечить уровень безопасности жизнедеятельности занятых на производстве людей, близкий к абсолютному. До недавнего времени (до 2004 г.) общие затраты по Российской Федерации на обеспечение безопасности жизнедеятельности составляли около 11 млрд руб. в год, половина из которых выделялась федеральным бюджетом, а оставшиеся 50% — бюджетами субъектов Федерации.

Вторая кривая отражает сопутствующее росту уровня безопасности жизнедеятельности стремительное уменьшение всевозможных видов экономического ущерба ( $C_{ущ}$ ) от техногенных аварий, выплат компенсаций пострадавшим и семьям погибших, затрат на лечение и реабилитацию заболевших работников, штрафных санкций за нарушения техники безопасности и ущерб экологии окружающей среды и т.д. Экономические потери в Российской Федерации, связанные с указанными статьями расхода и ликвидацией последствий всевозможных катастроф, составляли около 600 млрд руб. в год, или свыше 19% расходной части бюджета страны. При этом более 70% всех происходящих в нашей стране аварий и катастроф имеют техногенный характер. Это в свою очередь вызвано износом практически всех видов производственного и



**Рис. 2.3. Затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности и ликвидацию последствий катастроф**

эксплуатационного оборудования, а также огромной и увеличивающейся с каждым годом нехваткой технических специалистов и квалифицированных кадров, способных грамотно эксплуатировать и обслуживать сложные технические комплексы не только современного уровня, но даже созданные много лет назад.

Суммарная кривая  $C_{\Sigma}$  (см. рис. 2.3), образованная сложением двух указанных зависимостей

$$C_{\Sigma} = C_{\text{бжл}} + C_{\text{ущ}},$$

имеет некоторый экстремум-минимум, который является искомой величиной при определении приемлемого риска. Соответ-

ствующий этому минимальному значению суммарных экономических затрат ( $C_{\Sigma\min}$ ) уровень безопасности жизнедеятельности ( $P_{\text{бжд}}^*$ ) трактуется как экономически обоснованный приемлемый уровень безопасности работников конкретного производства или всех граждан страны.

В свою очередь, зная величину приемлемого уровня безопасности жизнедеятельности, легко определить и соответствующее значение приемлемого риска ( $R_{\text{см}}^*$ ), поскольку указанные параметры, согласно теории вероятности, образуют так называемую полную группу событий и связаны между собой следующим простым соотношением:

$$P_{\text{бжд}}^* + R_{\text{см}}^* = 1.$$

Сравнение ежегодных экономических затрат на обеспечение в Российской Федерации безопасности жизнедеятельности человека и его среды обитания (11 млрд руб.) с ежегодными затратами на ликвидацию в стране последствий катастроф (600 млрд руб.) показывает явную недостаточность превентивных расходов государства на обеспечение безопасности своих граждан. Современное состояние безопасности жизнедеятельности в Российской Федерации весьма далеко от равновесного положения, характеризующегося минимальным уровнем суммарных экономических расходов ( $C_{\Sigma\min}$ ) (на рис. 2.3 обозначено двойной вертикальной пунктирной линией). Для приведения безопасности жизнедеятельности в стране в требуемое состояние необходимо в ближайшие годы резко увеличить государственные расходы на превентивное обеспечение безопасности жизнедеятельности в целом по Российской Федерации примерно до уровня в 150 млрд руб. ежегодно. Учитывая, что финансирование мероприятий по обеспечению безопасности, как показывает практика, приводит примерно к трехкратному сокращению дальнейших расходов на ликвидацию последствий аварий и катастроф, можно надеяться, что спустя некоторое время, необходимое на реализацию неизбежного переходного процесса, наша страна достигнет существенно большего уровня безопасности жизнедеятельности человека и его среды обитания, а суммарные государственные расходы на обеспечение этого уровня будут минимизированы (на рис. 2.3 это будет соответствовать сдвигу двойной вертикальной пунктирной линии вправо до уровня  $P_{\text{бжд}}^*$ ). В целом подобные меры могут дать Российской Федерации экономико до 300 млрд руб. в год.

Существенную роль в оценке величины приемлемого риска играет также и политическая составляющая. В общественных структурах с ярко выраженным авторитарным стилем руководства (будь то предприятие, армия или государство), значение уровня приемлемого риска имеет тенденцию к увеличению, свидетельствуя о расширении деятельности человека в область ноक्सферы.

Примерно то же самое, но на добровольной основе происходит при деятельности людей в условиях чрезвычайных ситуаций, когда во имя спасения других жизней могут существенно измениться представления человека о величине приемлемого риска в сторону его увеличения.

Напротив, демократические принципы устройства общества и организации власти, спокойные условия жизнедеятельности способствуют, как правило, значительному повышению требований к безопасности человека и его среды обитания, т.е. снижению величины приемлемого риска, иногда даже на несколько порядков. Именно такую картину мы можем наблюдать в существующих международных договоренностях, согласно которым максимальным уровнем приемлемого риска техногенных опасностей признается величина  $R_{см} < 10^{-6}$ . Иначе говоря, международным сообществом предполагается уменьшить существующие значения приемлемого риска в 1000 раз, повысив тем самым во столько же раз и необходимые требования к обеспечению безопасности жизнедеятельности человека.

Для Российской Федерации подобные стандарты в данной области пока недостижимы. В частности, неумолимая статистика фиксирует наступление уже свыше 35 000 смертных случаев в год на российских автодорогах только в результате дорожно-транспортных происшествий, больше половины из которых связано с наездами на пешеходов, т.е. потенциальными жертвами этих автокатастроф являются не только те люди, которые находятся непосредственно в транспортных средствах, но вообще все население нашей страны.

Несложные расчеты показывают, что в Российской Федерации по этому виду техногенных опасностей вероятность гибели людей составляет  $R_{см} > 2 \cdot 10^{-4}$ , что формально укладывается в приведенные выше значения области допустимых условий жизнедеятельности и зону приемлемого риска. Однако величина показателя смертности на автодорогах из года в год увеличивается, и по числу жертв дорожно-транспортных происшествий Российская Федерация давно уже обогнала все страны Европы

вместе взятые. Поэтому внедрение европейских стандартов безопасности жизнедеятельности в нашей стране возможно лишь при условии принятия экстренных мер системного характера на федеральном уровне.

Следует также учесть, что далеко не каждое дорожно-транспортное происшествие (ДТП), общее число которых доходит в Российской Федерации до 2 млн в год, заканчивается гибелью людей. Чаще всего итогом подобных аварий являются поврежденные автомобили, а также душевные и физические травмы людей, а любые формы заболеваний или травм человека говорят об отсутствии безопасных условий жизнедеятельности, т.е. наличии в среде обитания человека большого числа опасностей, характеризующихся обобщенным показателем риска:

$$R_{\Sigma} \gg R_{\text{см}}$$

Косвенным образом характерные состояния системы «человек — среда обитания» нашли свое отражение и в существующих квалификациях степени опасности производственных предприятий. Так, например, по степени их экологической опасности и соответственно величине экономического ущерба от аварийного загрязнения среды обитания все предприятия подразделяют на следующие основные группы:

- особо опасные предприятия группы «А», подлежащие обязательному страхованию риска экологических катастроф при вероятности их возникновения свыше 0,09;
- опасные предприятия группы «Б», подлежащие обязательному экологическому страхованию только по специальному решению природоохранных органов;
- малоопасные предприятия группы «В», подлежащие лишь добровольному страхованию риска экологических аварий при вероятности их возникновения менее 0,059.

Сходная классификация введена и существующими нормами пожарной безопасности НПБ 105—95 в отношении любых видов производственных или жилых помещений. Согласно этой классификации, все помещения и здания, а также соответствующие меры по обеспечению их пожаро- и взрывобезопасности делятся на следующие категории:

- категории «А» и «Б» (взрывопожароопасные) с возможностью нахождения в помещении веществ с температурой вспышки соответственно не более 28°C и более 28°C, способных взры-

ваться и гореть соответственно или при взаимодействии с водой, кислородом воздуха, друг с другом, или при наличии горючих пылей, волокон, воздушных смесей с образованием в помещении при взрыве избыточного давления свыше 5 кПа;

- категории «В1»—«В4» (пожароопасные) с возможностью нахождения в помещении в различной степени горючих и труднгорючих веществ и материалов, способных при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть без образования взрыва;

- категории «Г» и «Д» (пожаробезопасные) с отнесением к ним помещений, не представляющих какой-либо угрозы с точки зрения взрывопожароопасности или пожароопасности.

В заключение следует еще раз отметить, что характеристика состояния системы «человек — среда обитания» как допустимого или опасного относится к свойственному этому состоянию уровню риска, т.е. уровню потенциальной опасности, которая существует как возможность, но необязательно должна реализовываться как неизбежность. Именно поэтому оказываются осуществимыми такие опасные виды деятельности, как труд космонавтов, пожарников, монтажников-высотников, летчиков-испытателей, автогонщиков, подводников и представителей многих других профессий. Все они, по долгу службы, вынуждены работать в экстремальных или даже сверхэкстремальных условиях среды обитания, используя различного рода защитные или страховочные средства. Именно эти средства, а также определенные правила поведения, разработанные в том числе и специалистами по безопасности жизнедеятельности, обеспечивают возможность осуществления человеком трудовой деятельности при сведении к минимуму риска превращения потенциальной опасности в реальность травмы, аварии, катастрофы. Иначе говоря, основные задачи безопасности жизнедеятельности как раз и состоят в определении возможных границ и параметров ноосферы и исключении ее проявления в реальности.

### ② *Контрольные вопросы*

1. В чем заключаются необходимые и достаточные условия существования системы «человек — среда обитания»?

2. Каковы основные характерные состояния системы «человек — среда обитания»?

3. Как меняются для различных характерных состояний соотношения величины риска и уровня безопасности жизнедеятельности?



4. Чем характеризуется понятие «чрезвычайная ситуация»?
5. Что такое гомосфера и ноокосфера?
6. Как трактует безопасные условия труда Трудовой кодекс Российской Федерации?
7. Как оценивается уровень риска гибели человека?
8. Какие факторы влияют на величину приемлемого риска?
9. Укажите критерии деления предприятий на группы по экологической безопасности, а помещений по пожаро- и взрывобезопасности?
10. В чем состоят основные задачи безопасности жизнедеятельности?

### 2.3. Принципы и методы обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе «человек — среда обитания»

Рассматривая систему «человек — среда обитания» как совокупность двух подсистем и других элементов, объединенных между собой внутренними связями и образующих качественно новое целое, взаимодействующее с окружающей средой посредством внешних связей, целесообразно в процессе формирования и эксплуатации этой системы руководствоваться следующими основными принципами обеспечения безопасности жизнедеятельности, имеющими характер аксиом и отражающими комплексный, системный подход к решению межведомственных и межрегиональных проблем безопасности в едином экономико-правовом пространстве страны.

1. *Принцип приоритета безопасности жизни и здоровья человека.* Отражает конституционные права граждан на защиту со стороны государства, закрепленные также в Законе Российской Федерации «О безопасности», федеральных законах от 20 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» и др. В соответствии с этим принципом ни одно соображение экономического, административного, производственного или иного характера нельзя считать приемлемым, если оно не обеспечивает должную степень безопасности жизнедеятельности общества в целом или каждого человека в отдельности.

2. *Принцип интегрирования опасностей и информирования о них.* Отражает возможность совместного действия на человека целого ряда различных опасностей, которые зачастую не просто складываются (как это было бы при действии принципа суперпозиции), а еще и взаимно усиливают друг друга. При этом информация об уже наступившем действии опасностей в чрезвычайных ситуациях, а также опасностей санитарно-эпидемиологического, экологического, демографического, метеорологического характера, необходимая для обеспечения безопасного функционирования населенных пунктов, производственных объектов, общественной инфраструктуры, населения в целом и отдельных граждан, не подлежит отнесению к категории секретной или ограниченного доступа в соответствии с Федеральным законом от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации» (ст. 10) и Законом Российской Федерации от 21 июля 1993 г. № 5485-1 «О государственной тайне» (ст. 7).

3. *Принцип устойчивости экологических систем.* Отражает необходимость разумного ограничения антропогенных воздействий со стороны человека на окружающую среду, не превышающих ассимиляционного потенциала (способности к восприятию) экологических систем и не вызывающих в них необратимых негативных последствий. Основные положения этого принципа подробно изложены в Федеральном законе «Об охране окружающей среды».

4. *Принцип главенства выявления и предупреждения опасностей.* Отражает важность превентивного характера всей системы мер по обеспечению безопасности жизнедеятельности как отдельного человека, так и общества в целом. Согласно данному принципу всегда легче и дешевле предусмотреть опасность и принять меры по исключению возможности ее реализации, чем ликвидировать последствия этой реализованной опасности в виде заболевания, травмы, аварии, катастрофы. Многие другие принципы обеспечения безопасности по сути являются следствием данного важнейшего принципа и органично вытекают из него.

5. *Принцип предоставления превентивной информации.* Отражает необходимость и действенность предоставления человеку, реализующему в определенной среде обитания свою жизнедеятельность, превентивной (предупреждающей) информации о существующих потенциальных опасностях. Данному принципу в полной мере должна отвечать и система профессионального обу-

чения, предварительных инструктажей перед допуском человека к работе, профессионального отбора исполнителей особо ответственных видов деятельности.

6. *Принцип гуманизации и нормирования трудовой деятельности.* Отражает стремление безопасности жизнедеятельности к уменьшению в работе человека доли опасного, тяжелого, монотонного, утомительного, нетворческого труда. Именно на это направлены многие статьи и положения Трудового кодекса Российской Федерации, предусматривающего в том числе и прямые ограничения по тяжести, времени, опасности трудовой деятельности многих категорий работников. Эту же цель преследуют и усилия в области механизации, автоматизации, роботизации труда.

7. *Принцип нормирования качества среды обитания.* Отражает необходимость законодательным образом максимально ограничить возможное ухудшение параметров среды обитания человека с помощью научно разработанных нормативов, существующих в виде предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в окружающей среде, предельно допустимых выбросов (ПДВ) газообразных вредных веществ в атмосферу, предельно допустимых сбросов (ПДС) жидких вредных веществ в гидросферу, предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных физических воздействий на окружающую среду. В конечном итоге, соблюдение всех видов приведенных ограничительных нормативов негативных и опасных факторов гарантирует для человека приемлемые нормативы качества его среды обитания, что и отражено в Федеральном законе «Об охране окружающей среды».

8. *Принцип классификации объектов среды обитания.* Отражает существующую практику деления объектов среды обитания и жизнедеятельности человека на различные классы и категории, соответствующие различной степени их потенциальной опасности: по взрывопожарной и пожарной опасности (пять основных и три дополнительных категории); по электроопасности (три класса); по опасности воздействия вредных веществ (четыре класса) и т.д. Подобная классификация является способом выделения повышенного уровня опасности среды обитания и заблаговременного формирования соответствующих этому уровню методов и средств обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в этой среде.

9. *Принцип слабого звена в техногенной системе.* Отражает способ предотвращения серьезной аварии или катастрофы в тех-

ногенной системе путем создания искусственно ослабленного элемента или устройства, автоматически срабатывающего или разрушающегося при достижении в системе предельно допустимых значений параметров. Именно таким свойством обладают любые предохранительные клапаны давления, электрические предохранители, автоматические системы пожаротушения, автомобильные подушки безопасности и т.д.

10. *Принцип обеспечения превентивного избыточного запаса.* Отражает стремление человека и общества к созданию избыточного запаса значений параметров и свойств, жизненно важных для существования системы (техногенной, экологической, социальной). Примерами обеспечения подобных превентивных запасов, резко повышающих надежность и безопасность систем, могут служить: запас прочности механических систем и строительных конструкций; запасы устойчивости систем управления; золотовалютные запасы Государственного банка Российской Федерации; продовольственные и зерновые запасы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации; запасы медикаментов и донорской крови Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации; запасы одежды и предметов первой необходимости Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; запасы оружия и боеприпасов Министерства обороны Российской Федерации и т.д.

11. *Принцип разделения гомосферы и ноксосферы.* Отражает стремление безопасности жизнедеятельности к возможно большему обособлению сферы существования и труда человека (гомосферы) от сферы действия всевозможных опасностей (ноксосферы). Поскольку избавиться вообще от потенциальных угроз и опасностей в процессе жизнедеятельности невозможно в принципе, предпринимаются самые различные меры для сведения возможного воздействия этих опасностей на человека до приемлемого уровня. С этой целью разработаны и используются на практике следующие основные методы:

— снижение уровня самой опасности (нормализация ноксосферы) путем изменения технологии производства или хранения, снижения концентрации опасных веществ, уменьшения уровня действующих излучений и т.д., когда сама ноксосфера преобразуется до уровня приемлемых условий жизнедеятельности;

— защита расстоянием путем удаления человека от источника опасности на безопасную дистанцию, выведения человека из

зоны повышенного риска и обеспечения тем самым его безопасности, создания вокруг источника опасности охраняемых запретных и карантинных зон, передачи функций по непосредственному выполнению необходимых работ в зоне действия опасности дистанционно управляемым устройствам, роботам и автоматам;

— разделение времени действия опасности и присутствия человека путем периодического временного ограничения доступа людей в ноксосферу, проведения работ по регламентному или ремонтному обслуживанию только при выключенном оборудовании, опускании шлагбаумов на железнодорожных переездах при приближении и во время движения поездов, автоматического блокирования доступа человека в зону действия высокодинамичного оборудования бытовых автоматов и промышленных роботов;

— ограничение времени пребывания человека в ноксосфере путем разработки и неукоснительного выполнения специальных нормативов, обеспечивающих действие опасного воздействия на человека в гарантированно безопасных пределах при глубоководных погружениях водолазов, нахождении человека в зоне действия радиации или СВЧ-излучения, использовании вредных для здоровья химических веществ, воздействии вибраций, длительной работе с компьютерным оборудованием;

— защита общим экранированием путем создания между источником опасности и человеком некоторой общей преграды или экрана, существенно ослабляющих или сводящих к безопасному уровню действие опасности, например при использовании специальных бронекладежей во время пневмоиспытаний компрессионного оборудования или работы со взрывчатыми веществами, при создании свинцовых экранов и бетонных сооружений во время работы с радиоактивными веществами или их хранении, при применении других подобных мер, относящихся к одной из категорий средств коллективной защиты (СКЗ) и предусматривающих широкое использование в опасной зоне дистанционно управляемых манипуляторов и автоматических роботов;

— защита индивидуальным изолированием путем использования человеком специальных защитных средств для его полной изоляции в сверхэкстремальных зонах от источника опасности с помощью скафандра при нахождении в открытом космосе, под водой, в условиях химического или бактериологического заражения, а также для местной защиты органов чувств и участков тела человека в экстремальных и допустимых зонах от источника

опасности с помощью электроизолирующих перчаток, противогаза, акваланга, маски сварщика, очков сталевара, относящихся к средствам индивидуальной защиты (СИЗ) и предусматривающих либо постоянное (штатное) использование в процессе трудовой деятельности, либо экстренное (внештатное) применение при возникновении чрезвычайной, аварийной ситуации.

Часто необходимость обеспечения возможно большей степени безопасности жизнедеятельности человека приводит к совместному использованию указанных методов разделения гомосферы и ноксосферы.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Как рассматривается система «человек — среда обитания»?
2. Какому основному принципу должны отвечать формируемые программы и разрабатываемые проекты?
3. Какая информация законодательно не подлежит отнесению к категории ограниченного доступа?
4. В каком Федеральном законе отражен принцип устойчивости экологических систем?
5. В чем заключается принцип главенства выявления и предупреждения опасностей?
6. Какой принцип обеспечения жизнедеятельности человека в наибольшей степени отражен в Трудовом кодексе Российской Федерации?
7. Каким образом обеспечивается необходимое качество среды обитания?
8. Почему принцип слабого звена в техносфере и принцип обеспечения превентивного избыточного запаса не противоречат друг другу?
9. На каких исходных положениях базируется принцип разделения гомосферы и ноксосферы?
10. Какие основные методы используются для обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе «человек — среда обитания»?

### 3.1. Виды трудовой деятельности

Рассматривая систему «человек — среда обитания» как единую общность, обладающую целым рядом интегральных системных свойств, следует отметить, что эффективность этой системы в огромной степени зависит от безопасности и удобства работы самого человека. Именно поэтому анализ любой системы с участием труда человека требует в первую очередь скрупулезного изучения и учета особенностей действия в этой системе так называемого «человеческого фактора».

Согласно классическому определению *труд* — это «целесообразная деятельность для созидания потребительских стоимостей»<sup>1</sup>. Такого рода деятельность обладает, как минимум, тремя важными свойствами: во-первых, имеет цель своего осуществления, во-вторых, должна быть востребована обществом и, в-третьих, направлена на созидание.

Сам труд как важнейшая форма жизнедеятельности человека является организованным процессом, который органично объединяет следующие основные компоненты:

- *человека* как основной субъект трудовой деятельности независимо от рода осуществляемых им трудовых функций и характера труда;
- *предмет труда* как основной объект трудовой деятельности, на который направлены реализуемые трудовые усилия;
- *средства труда*, служащие для осуществления цели труда путем организованного человеком воздействия на предмет труда реализуемых трудовых усилий;

<sup>1</sup> К. Маркс, Ф. Энгельс: Соч., 2-е изд. Т. 23. С. 195.

• условия труда, представляющие собой все вещественные, энергетические и информационные факторы, в которых протекает трудовая деятельность человека.

Последние три компонента (предмет, средства и условия труда) в совокупности составляют подсистему, называемую *средой обитания*, которая вместе с другой важнейшей подсистемой, *человеком*, образует единую систему «человек — среда обитания». Труд, как вид жизнедеятельности человека, являясь сложным интегрирующим процессом, объединяет две указанные подсистемы в одно целое (рис. 3.1).

При этом следует подчеркнуть, что средства труда, к числу которых относятся всевозможные инструменты, приспособления, станки, машины и механизмы, с одной стороны, предназначены для усиления возможностей человека по его воздействию

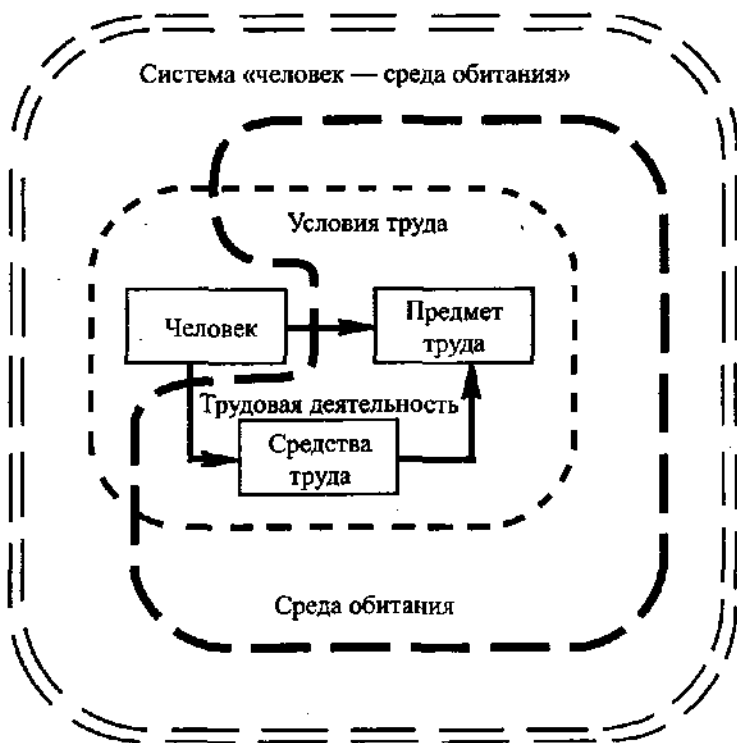


Рис. 3.1. Структура системы «человек — среда обитания»



на объекты труда, с другой стороны, могут представлять немалую опасность для человека при неосторожном обращении с ними. С этой точки зрения они вполне закономерно должны быть включены в состав именно среды обитания человека при рассмотрении процессов его жизнедеятельности.

Существующие классификации трудовой деятельности человека в первую очередь обращают внимание на степень его физической и умственной активности, а также на ту роль, которую играют в трудовых процессах различные средства труда по отношению к самому человеку. С учетом указанных факторов можно использовать следующую классификацию трудовой деятельности человека:

1) *физический труд*, при котором функции человека сводятся к непосредственному выполнению необходимых работ, заданных технологических операций с помощью его мышечной силы и с использованием немеханизированного ручного инструмента. В основе физического труда лежит именно применение физических усилий человека, без реализации которых данный вид трудовой деятельности вообще невозможен. Примерами такого вида труда могут служить специальности землекопа, грузчика, штукатура, маляра, плотника, слесаря, каменщика и т.д. Необходимо также отметить, что квалификация людей, занятых этим или любым другим физическим трудом, может быть очень высокой, характеризуя их поистине как мастеров своего дела и требуя от них определенных профессиональных навыков;

2) *механизированный труд*, при котором функции человека состоят в использовании в соответствии с заданным технологическим процессом механизированных (т.е. имеющих электрический, гидравлический или любой другой привод, сторонний источник энергии) инструментов, станков, приспособлений, машин, обеспечивающих многократное расширение силовых, мощностных, точностных возможностей человека. При этом человек непосредственно вовлечен в выполняемый с помощью механизированного средства труда технологический процесс, обеспечивая определенную последовательность его реализации. Уровень затрачиваемых человеком усилий при этом может быть достаточно высок, но, как правило, существенно возрастает и спектр выполняемых им работ. Примерами подобного труда являются специальности фрезеровщика, токаря, сварщика, швей-мотористки, шофера, комбайнера, тракториста и т.д. Существующая разрядная сетка на предприятиях предполагает, в частности,

более высокую оплату труда рабочих-станочников в соответствии с ростом их квалификации от 1-го до 6-го разряда;

3) *автоматизированный труд*, при котором функции человека сводятся к роли оператора участвующего в управлении системой, непосредственно занятой выполнением заданного человеком технологического процесса по воздействию на объект труда. Физические усилия человека при этом невелики, но центр тяжести его работы в автоматизированной системе приходится на четкое восприятие поступающих информационных сигналов и адекватный быстрый отклик на них, т.е. на усиленное использование нервно-моторных возможностей собственного организма. Утомляемость и высокая нервная нагрузка операторов при достаточном уровне профессиональной подготовки определяют основную сложность трудовой деятельности в оперативном режиме работы. В зависимости от выполняемых операторами функций, можно выделить следующие категории этого вида труда:

- *оператор-технолог*, непосредственно задающий и наблюдающий в режиме реального времени ход выполнения автоматической системой четко predetermined технологического процесса и в случае необходимости реализующий управляющие воздействия, требуемые от него по инструкции (к такого рода деятельности относится труд высококвалифицированных рабочих при обслуживании автоматических станков и оборудования, операторов линий автоматической сборки, машинистов современных железнодорожных транспортных систем, операторов электронно-вычислительных машин, операторов прокатных станов и химического производства);

- *оператор-манипулятор*, рабочими функциями которого являются анализ обстановки и непосредственное управление автоматизированной системой в сложных динамических условиях, меняющихся случайным, непредсказуемым образом (такими особенностями обладает трудовая деятельность пилотов современных летательных аппаратов, операторов дистанционно управляемых манипуляционных систем при работе с радиоактивными материалами или при выполнении с помощью манипуляторов заданных технологических операций под водой и в космосе, операторов-подводников и операторов-космонавтов при управлении автоматизированными динамическими объектами в сверхэкстремальных условиях);

- *оператор-координатор*, выполняющий в основном функции наблюдения и координации действий или динамических па-

раметров различных объектов, в том числе и управляемых другими операторами в сложных, случайным образом меняющихся условиях окружающей среды (примерами такой деятельности может служить труд диспетчеров железнодорожного движения и метрополитена, операторов энергоблоков гидро- и атомных станций, авиационных диспетчеров и т.д., характеризующийся наряду со сложностью также огромной степенью ответственности и большой ценой возможных ошибочных решений);

4) *умственный (интеллектуальный) труд*, при котором основная рабочая нагрузка человека обусловлена необходимостью восприятия и осмысления большого количества разноплановой информации, иногда за длительный период времени, и дальнейшего принятия на этой основе системно обоснованных решений, имеющих как правило нетривиальный, творческий характер. Результаты такого умственного труда зачастую могут проявиться только спустя большое время после постановки задачи. Весьма характерны следующие категории этой сферы деятельности человека:

- *инженерно-конструкторский труд*, при котором велика доля принимаемых творческих технических и конструкторско-технологических решений (часто на уровне изобретений), связанных с формированием структуры, облика и процесса изготовления самых различных систем, машин, оборудования или их нового применения;

- *организационно-управленческий труд*, при котором необходимым компонентом деятельности являются функции организации труда и управления работой других людей с целью достижения максимальной эффективности как отдельных производственных участков и структурных подразделений, так и целых предприятий и организаций независимо от их масштабов и форм собственности;

- *научно-исследовательский труд*, при котором планируются и реализуются фундаментальные и прикладные научные исследования как по выявлению основных закономерностей и свойств окружающего физико-биологического мира на различных структурных уровнях, так и по практическому использованию полученных фундаментальных знаний в конкретных областях деятельности человека;

- *учебно-преподавательский труд*, при котором происходит передача преподавателями знаний обучаемым в процессе любой формы обучения и при использовании различных его методов;

• *творческий труд*, при котором основной деятельности человека является создание новых произведений в любой сфере естественно-научной, технической и гуманитарной культуры независимо от объема, формы создания и вида носителя произведения;

5) *прочие виды деятельности*, при которых реализуются многочисленные направления трудовой активности человека в здравоохранении, социальном и пенсионном обеспечении, армии, органах правопорядка и судопроизводства, в области профессионального спорта, природоохранных и экологических мероприятиях, шоу-бизнеса, индустрии развлечений, организации досуга и отдыха, сфере гостиничного и ресторанного обслуживания, торговли и т.д. Характерными чертами этих и многих других видов трудовой деятельности является их ориентация на нужды человека, непосредственная связь и общение с человеком, учет его всевозможных потребностей и желаний. Несмотря на это, сегодня трудно найти хотя бы отдельные виды человеческой трудовой деятельности, которые в той или иной степени не были бы связаны с техносферой. Поэтому вполне закономерно, что даже ориентированные непосредственно на самого человека виды труда обязательно должны учитывать особенности техносферы и возможности эффективной работы в ней.

Безусловно, приведенный перечень основных видов труда человека и их классификация являются достаточно условными и ни в коей мере не отражают все многообразие человеческой деятельности, в которой можно найти многочисленные пересечения и совмещения этих видов. Однако даже такая условная классификация позволяет выделить наиболее значимые черты трудовой деятельности человека, акцентировать на них внимание и учесть в дальнейшем для обеспечения его безопасности жизнедеятельности.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Как определяется понятие «труд»?
2. Какими свойствами обладает трудовая деятельность?
3. Какие основные компоненты объединяются трудовой деятельностью?
4. Что положено в основу классификации видов труда?
5. С помощью каких средств труда реализуется физический и механизированный труд?
6. Какую основную роль выполняет человек при автоматизированной форме труда?

7. Чем различаются основные функции оператора?
8. Что является определяющим для умственного (интеллектуального) труда человека?
9. Каковы основные формы умственного (интеллектуального) труда?
10. Почему прочие виды трудовой деятельности человека также можно считать реализуемыми в техносфере?

## 3.2. Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере

### 3.2.1. Энергобаланс трудовой деятельности человека

Находясь в системе «человек — среда обитания», человек испытывает определенные воздействия со стороны среды обитания и сам активно воздействует на нее в процессе своей жизнедеятельности. Как известно, любая открытая система или подсистема (а человек относится именно к такому классу систем) характеризуется тремя основными видами связей с окружающей средой: вещественными, энергетическими и информационными. Указанные виды связей в процессе трудовой деятельности человека действуют комплексно, варьируясь по своему удельному вкладу в общее обеспечение потребностей человека в зависимости от конкретного вида труда.

В свою очередь, указанные потребности во многом предопределяются физиологическими процессами, происходящими в организме человека при его жизнедеятельности. Согласно одному из толкований, *физиология* (от греч. *physis* — природа и *logos* — учение) — совокупность функций живого организма и всех жизненных процессов, протекающих как в организме в целом, так и в отдельных его частях или структурных элементах.

Соответственно, *физиология труда* изучает основные законы жизнедеятельности организма человека во взаимодействии с окружающей средой при выполнении им трудовых функций, в его непрерывном приспособлении к меняющимся условиям среды обитания и совершенствовании проводимых трудовых процессов.

Рассмотренные в предыдущем параграфе виды и формы труда отражают лишь внешнюю сторону выполняемых человеком трудовых процессов, но никак не затрагивают его самочувствие и субъективное восприятие осуществляемой трудовой деятель-

ности. Однако, в конечном счете, именно от этого зависит эффективность действий работника.

Поэтому при рассмотрении физиологии труда прежде всего обращают внимание на *энергозатраты организма человека*, которые, как показывают результаты многочисленных исследований, находятся в тесной зависимости от физической тяжести и психической напряженности выполняемых трудовых процессов.

Вообще организм человека в определенной степени можно уподобить тепловой машине, в которой существует некоторый *энергетический баланс* происходящих внутренних и внешних процессов. С одной стороны, человек принимает пищу и воду, которые совместно с дыханием в результате действия процессов внутреннего метаболизма (обмена веществ) являются для него основным источником *внутренней энергии*  $E_{\text{внут}}$ . В то же время, человек, находясь в некоторой среде обитания, может получать извне какое-то количество *внешней энергии*  $E_{\text{внеш}}$ , обусловленной внешними тепловыми источниками радиационного, контактного или конвективного типа, а также возможными их комбинациями.

Сумма указанных внутренних и внешних поступлений энергии организма человека образует его своеобразный «энергетический дебет». При этом важно, чтобы внешние энергетические поступления не превышали определенных допустимых пределов и не превращались для человека в дополнительный фактор негативных воздействий, отягчающий его жизнедеятельность или снижающий эффективность его труда.

Одновременно с процессами энергетических поступлений организм человека расходует свою энергию. Прежде всего к числу энергетических затрат организма следует отнести *основной обмен* — минимальную энергию  $E_{\text{осн}}$ , расходуемую в процессе метаболизма на поддержание всех его функций в нормальном и спокойном состоянии без выполнения каких-либо работ, тем более тяжелых или напряженных видов труда.

Во-вторых, энергия человека тратится на выполнение тех или иных рабочих функций определенной трудовой деятельности. При этом существенную роль играет не только вид и форма выполняемого труда, но и его особенности, к числу которых относятся динамика трудовых процессов, развиваемая максимальная и средняя мощность при их выполнении, рабочее положение исполнителя, микроклимат среды обитания человека и многие другие факторы. Поэтому можно считать физическую тяжесть и психи-

ческую напряженность труда показателями интегральными, напрямую связанными с *трудовыми энергозатратами*  $E_{\text{тр}}$  и в свою очередь влияющими на его эффективность.

Наконец, третьим компонентом энергозатрат человека в процессе любого вида жизнедеятельности являются *тепловые потери* организма, связанные с неравновесностью состояний этого организма и его среды обитания, а также испарением. Как и в случае поступления энергии к человеку извне, такие потери энергии  $E_{\text{тепл}}$  организмом можно разделить на контактные, радиационные и конвективные.

Суммарные энергетические расходы организма представляют собой своеобразный «энергетический кредит», в котором обычно преобладают именно трудовые энергопотери. К тому же обычно не удается разделить первые два вида энергозатрат, и потери энергии на метаболизм измеряются совместно с трудовыми энергопотерями по уровню метаболического тепла.

В итоге общий *энергетический баланс организма человека* будет выглядеть в идеальном случае следующим образом:

$$E_{\text{внут}} + E_{\text{внеш}} = E_{\text{осн}} + E_{\text{тр}} + E_{\text{тепл}} \quad (3.1)$$

Равенство левой (энергоприходной) и правой (энергорасходной) частей данного уравнения предполагает *полную уравновешенность энергетического баланса организма человека* в процессе его трудовой деятельности. К сожалению, на практике подобное состояние является скорее желаемым, чем действительно существующим.

В реальности из-за инерционности процессов пищеварения, дыхания и других метаболических процессов, связанных с обменом веществ и тепловыделениями организма, в каждый текущий момент времени всегда имеет место некая *энергетическая неравновесность* между человеком и его средой обитания  $\Delta E$ , которая определяется на основе преобразованного уравнения (3.1):

$$\Delta E = E_{\text{внут}} - (E_{\text{осн}} + E_{\text{тр}}) - E_{\text{тепл}} + E_{\text{внеш}}$$

В данном математическом выражении отражены некоторые основные особенности энергобаланса организма человека. Во-первых, основным источником энергии в процессе его жизнедеятельности являются именно внутренние поступления, образующиеся на основе питания и дыхания человека. Во-вторых,

метаболические затраты основного обмена и трудовые затраты энергии человека измеряются совместно, что отражено суммой показателей в круглых скобках. В-третьих, баланс между тепловой энергией, вырабатываемой и отдаваемой человеком во внешнюю среду, и той тепловой энергией, которая поступает в организм человека из среды обитания, во многом определяется физическими законами теплообмена на основе косвенного сравнения усредненных температур организма человека и среды его обитания.

При значениях  $\Delta E \gg 0$ , обусловленных значительным избытком тепловой энергии, суммарно вырабатываемой организмом человека в процессе жизнедеятельности, и тепловых поступлений из среды обитания, возможно развитие так называемой *гипертермии* (т.е. *перегрева организма*), ведущей в наиболее тяжелых случаях к тепловому удару, потере сознания и даже смерти человека.

При значениях  $\Delta E \ll 0$ , обусловленных значительным дефицитом тепла, суммарно вырабатываемого человеком в процессе работы и поступающего из среды обитания, напротив, возможно развитие *гипотермии* (т.е. *переохлаждения организма*), ведущей к простудным заболеваниям, воспалению легких, радикулиту, обморожению конечностей, а при уменьшении температуры тела ниже определенного предела — к гибели человека.

Поэтому наиболее благоприятными и даже комфортными условиями жизнедеятельности человека с точки зрения физиологии труда следует считать приближенное выполнение равенства  $\Delta E = 0$ , что соответствует примерному энергетическому балансу организма человека с его средой обитания в процессе выполнения трудовых функций.

Оценивая количественные величины приведенных выше показателей, следует заметить, что  $E_{\text{внут}}$  складывается из энергетических поступлений в организм человека, связанных прежде всего с употреблением пищи, причем энергетическая ценность различных веществ при их усвоении организмом составляет от 17,6 кДж (для 1 г углеводов или белков) до 38,94 кДж (для 1 г жиров), что соответствует 4,2—9,3 ккал. При сбалансированном питании и установлении пищевого рациона белки должны обеспечивать 15% суточной калорийности, жиры — 30%, а углеводы — 55%. Массовое соотношение указанных компонентов в пище человека соответственно должно составлять примерно 1 : 1 : 4 с учетом того, что усредненный суточный расход энер-



гии взрослого человека при нормальной жизнедеятельности ориентировочно находится в пределах 2500—3000 ккал. Отсутствие полноценного питания, особенно при тяжелом физическом труде, неизбежно приводит к нарушениям работы отдельных органов и систем человека, истощению организма и снижению его сопротивляемости заболеваниям. Примерно также действует и переизбыток высококалорийной пищи при малоподвижном образе жизни, приводящий к избыточному весу человека, ухудшению его состояния и также повышению риска заболеваний, в первую очередь сердечно-сосудистого характера.

Усредненная величина *минимальных метаболических энергозатрат*  $E_{осн}$  так называемого основного обмена для спокойного состояния человека массой 75 кг без выполнения им каких-либо трудовых действий составляет 75,4 ккал/ч (87,5 Вт), что соответствует постоянно действующему фоновому значению энергетических потерь организма около 1800 ккал/сут, затрачиваемых на осуществление его собственной жизнедеятельности и поддержание необходимого теплового режима с обеспечением средней температуры тела в достаточно узком диапазоне 36,5—36,8°C.

В соответствии с существующими в настоящее время санитарными правилами и нормами<sup>1</sup>, в зависимости от тяжести физического труда различают следующие *основные категории трудовой деятельности*:

- легкая физическая работа категории Ia — с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт) при выполнении трудовых функций в часовом и швейном производстве, сфере управления и т.д.;

- легкая физическая работа категории Ib — с интенсивностью энергозатрат в диапазоне 121—150 ккал/ч (140—174 Вт) при выполнении трудовых функций в области полиграфии, связи, на должности контролера, мастера, нормировщика и т.д.;

- физическая работа средней тяжести категории IIa — с интенсивностью энергозатрат в диапазоне 151—200 ккал/час (175—232 Вт) при выполнении трудовых функций, связанных с частой или постоянной ходьбой в прядильно-ткацком производстве, механо-сборочных цехах и т.д.;

- физическая работа средней тяжести категории IIб — с интенсивностью энергозатрат в диапазоне 201—250 ккал/ч (233—290 Вт)

<sup>1</sup> Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

при выполнении трудовых функций, связанных с переноской тяжестей от 1 до 10 кг в заготовительном, механическом, прокатном цехах и т.д.;

- тяжелая физическая работа категории III — с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт) при выполнении трудовых функций, связанных с постоянной переноской тяжестей более 10 кг в литейном, кузнечном производстве с ручным литьем, ручной ковкой, при работе каменщиком, грузчиком и т.д.

Таким образом, в зависимости от степени тяжести выполняемой физической работы человек может потратить в течение восьмичасовой смены 900—2000 ккал, т.е. величина трудовых физических энергопотерь  $E_{тр}$  для разных видов работ может изменяться более чем в два раза.

Однако кроме физических энергопотерь работника, характеризующих тяжесть его труда, существуют также *нервно-эмоциональные энергопотери*, связанные с повышенным уровнем напряженности трудовой деятельности человека, обусловленные высокой мерой ответственности или риска труда.

В обычных условиях операторский и умственный (интеллектуальный) труд приводит к нервно-эмоциональным энергозатратам человека в диапазоне 104—125 ккал/ч (121—144 Вт), что примерно соответствует выполнению легкой физической работы от категории Ia до категории Ib. Однако при повышении сложности, ответственности или опасности указанных видов трудовой деятельности энергозатраты оператора временами могут достигнуть 250 ккал/ч (288 Вт), например при работе авиадиспетчера или управлении в критической ситуации энергоблоком атомной станции. Высокого уровня нервно-эмоциональных энергонагрузок человека, достигающих до 240 ккал/ч (278 Вт), требуют публичные выступления, чтение лекций преподавателями, игра театральных актеров, что сравнимо по энергозатратам с физическими работами средней тяжести категории IIб.

К особому роду деятельности относится конвейерный труд, при котором рабочие вынуждены подчиняться общему ритму движения конвейерной линии, как, например, в часовом, автомобильном или каком-либо другом сборочном производстве. Это чревато развитием у человека *монотонии* — усталости от однообразной работы, ведущей к ослаблению его внимания, увеличению числа трудовых ошибок, повышению риска травматизма.

Наибольшей сложностью отличается работа людей в экстремальных и сверхэкстремальных условиях среды обитания, когда значительным физическим усилиям человека сопутствует огромная нервно-эмоциональная нагрузка, например при работе космонавтов в открытом космосе требуется преодоление большого числа факторов психологического характера, связанных с дефицитом времени и необходимостью выполнения требуемого графика работ, грузом ответственности за порученную работу и большой стоимостью доставленного на орбиту оборудования, неудобством работы при действии невесомости и в скафандре, требованиями повышенного контроля и внимания, высокой контрастностью солнечного освещения, опасностью труда.

В итоге тяжелые физические и высокие нервно-эмоциональные нагрузки космонавта при выходе в открытый космос и работе в орбитальных условиях за бортом космического аппарата могут сопровождаться его общими энергозатратами, достигающими временами до уровня 500 ккал/ч (580 Вт) при увеличении частоты пульса до 160 ударов в минуту. Безусловно, время действия такой нагрузки на человека может быть лишь ограниченным, и по существующей практике длительность непрерывной работы космонавта в открытом космосе, например при ремонте внешнего оборудования орбитальной станции, не превышает обычно 2—3 ч.

В примерно в таких же сходных условиях высокой физической и нервно-эмоциональной напряженности протекает и работа водолазов-подводников в скафандрах, когда длительность их пребывания на больших глубинах при действии высокого внешнего давления строго ограничена, а последующее всплытие на поверхность требует значительных затрат времени на декомпрессию. Как и в рассмотренном выше примере работы космонавта, труд человека под водой также сопровождается огромными энергозатратами и может продолжаться зачастую в течение лишь нескольких десятков минут.

Вообще же *максимальный уровень суммарных энергетических затрат* человека в течение суток, включая основной обмен и нерабочее состояние, не должен превышать 20 МДж (4780 ккал). При этом, поскольку существует эффект накопления усталости за время работы, считается, что в течение недели трудовые энергозатраты здорового мужчины среднего возраста, работающего в благоприятных условиях среды обитания, не должны быть более 33 МДж, т.е. примерно 8000 ккал.

Как правило, необходимость осуществления человеком заданной трудовой деятельности приводит к вынужденному возрастанию его метаболических (обменных) энергопоступлений  $E_{\text{внут}}$ , причем с некоторым превышением по сравнению с суммой энергозатрат основного обмена  $E_{\text{осн}}$  и трудовых энергозатрат  $E_{\text{тр}}$ . В итоге образуется некоторый избыток метаболической энергии  $\Delta E_{\text{мет}}$ :

$$\Delta E_{\text{мет}} = E_{\text{внут}} - (E_{\text{осн}} + E_{\text{тр}}) > 0,$$

который начинает участвовать в общем тепловом балансе взаимодействия человека с его средой обитания, приводя, например, при выполнении тяжелых работ в «горячих» цехах к повышению собственной температуры тела человека на 1—1,5° и многократному усилению его потоотделения.

Соотношение энергобаланса между организмом человека и средой обитания, определяемое указанной величиной  $\Delta E_{\text{мет}}$ , а также  $E_{\text{внеш}}$  и  $E_{\text{внут}}$ , во многом зависит от эффективных температур человеческого тела  $T_1$  и окружающего микроклимата  $T_2$ , которые значительно влияют на конечный результат обеспечения так называемой терморегуляции организма человека.

Рассматривать тепловые энерговыделения человека, выраженные взаимосвязанными между собой показателями  $\Delta E_{\text{мет}}$  и  $E_{\text{тепл}}$  в окружающую среду, и тепловые энергопоступления  $E_{\text{внеш}}$  из окружающей среды к человеку лучше всего совместно, используя соотношение энергетического дисбаланса  $\Delta E$  этих величин и тот факт, что, в конечном счете, при переходе энергетического дисбаланса  $\Delta E$  в тепловой дисбаланс  $\Delta Q$  именно это соотношение будет определять результирующую тепловую комфортность или, напротив, тепловую опасность человеческой жизнедеятельности в той или иной среде обитания

$$\Delta Q = \Delta E_{\text{мет}} - E_{\text{тепл}} + E_{\text{внеш}}$$

С другой стороны, основными видами теплообмена между человеком и средой обитания, определяющими знак и величину результирующего теплового дисбаланса  $\Delta Q$ , являются: *контактная теплопроводность*  $Q_{\text{тпр}}$  (в результате прямого контакта человеческого тела и объектов среды обитания), *лучистый теплообмен*  $Q_{\text{изл}}$  (путем бесконтактного радиационного теплового излучения между человеком и объектами среды обитания), *кон-*

*вективный теплообмен*  $Q_{\text{конв}}$  (путем теплопередачи при макродвижении окружающей среды), *теплоотдача испарением*  $Q_{\text{исп}}$  (путем теплосброса при испарения влаги с поверхности человеческого тела).

С учетом указанных показателей *уравнение теплового баланса* человеческого организма и его среды обитания в самом общем виде может быть представлено следующим образом:

$$\Delta Q = \pm Q_{\text{тпр}} \pm Q_{\text{изл}} \pm Q_{\text{конв}} - Q_{\text{исп}}$$

Не вдаваясь в математические подробности определения каждого из указанных видов теплопередачи, рассмотрим подробнее физический смысл каждого из них и совместный результат их действия.

### 3.2.2. Виды теплообмена в жизнедеятельности человека

*Теплопроводность* между поверхностью человеческого тела и объектами среды обитания осуществляется в результате их непосредственного прямого контакта. При этом виде теплообмена перенос тепловой энергии имеет ярко выраженный атомно-молекулярный характер и не связан с макродвижением окружающей человека воздушной или водной среды.

Количество энергии, передаваемой в результате теплообмена между человеком и объектами окружающей среды в том или другом направлении, определяется уравнением Фурье и зависит от коэффициента теплопроводности и градиента температур контактирующих поверхностей.

Тактильная чувствительность (от лат. *tactilis* — осязательный), присущая находящимся в человеческой коже чувствительным волокнам (так называемым рецепторам), позволяет человеку достаточно точно распознавать не только форму, но и температуру взаимодействующих с ним объектов. При этом температура самой кожи, соприкасающейся с внешней средой, обычно ниже нормальной температуры всего организма в целом. Проведенные исследования показывают, что по субъективным ощущениям человек оценивает температуру  $34^{\circ}\text{C}$  как нормальную (комфортную) температуру поверхности своей кожи. Температура поверхности кожи  $29^{\circ}\text{C}$  и  $37^{\circ}\text{C}$  оцениваются человеком соответственно как «очень холодно» и «очень жарко». Начиная с температуры кожи  $40$ — $45^{\circ}\text{C}$  у человека уже могут присутствовать болевые ощущения. Последний факт играет большую роль в тех

ограничениях, которые существуют в правилах техники безопасности и охраны труда по нормированию внешних тепловых излучений, действующих на человека.

*Лучистый теплообмен* между человеческим организмом и средой обитания обусловлен теплоизлучательной способностью более нагретого объекта по отношению к менее нагретому и происходит вследствие соответственно испускания и поглощения этими объектами электромагнитного излучения. При этом направление такого лучистого (радиационного) теплообмена предопределено действием второго начала термодинамики, а количество передаваемой энергии теплоизлучения определяется согласно уравнению Стефана — Больцмана и зависит в основном от разности абсолютных температур  $T_1$  (поверхности человека) и  $T_2$  (объектов внешней среды), возведенных в четвертую степень. В зависимости от соотношения указанных температур, величина теплобаланса человека и окружающей среды в результате только лучистого теплообмена будет свидетельствовать либо о тепловых потерях человеческого организма (при  $T_1 > T_2$ ), либо о его внешних тепловых нагрузках (при  $T_1 < T_2$ ).

В первом случае при нормальных условиях человек теряет путем радиационного теплоизлучения до 45% избыточного вырабатываемого организмом тепла, что является одним из важных факторов обеспечения его комфортного или допустимого состояния.

Во втором случае существуют достаточно жесткие ограничения, накладываемые на интенсивность внешнего теплоизлучения (теплооблучения)  $Y_T$ , Вт/м<sup>2</sup> и обеспечивающие безопасность жизнедеятельности человека. Под такого рода интенсивностью понимается мощность  $U_T$  внешнего теплового потока энергии, приходящаяся на доступную (открытую) для действия этого теплового облучения единицу поверхности  $S_0$ :

$$Y_T = U_T / S_0.$$

Для человеческого организма существующие нормативы ограничивают интенсивность внешнего теплового излучения (облучения) следующими безопасными предельными величинами:

- при  $S_0 \geq 50\%$  всей поверхности тела человека —  $Y_T \leq 35$  Вт/м<sup>2</sup>;
- при  $25\% \leq S_0 < 50\%$  всей поверхности тела человека —  $Y_T \leq 70$  Вт/м<sup>2</sup>;
- при  $S_0 < 25\%$  всей поверхности тела человека —  $Y_T \leq 100$  Вт/м<sup>2</sup>.

Учитывая, что общая поверхность тела человека массой 70 кг и ростом 170 см составляет около  $1,8 \text{ м}^2$ , нетрудно рассчитать допустимые безопасные пределы площади открытой поверхности человеческого тела для приведенных выше различных интенсивностей внешнего теплового излучения (облучения).

О том, насколько критичным является человеческий организм по отношению к внешним тепловым воздействиям, можно судить хотя бы по тому факту, что на внешней границе атмосферы интенсивность солнечного радиационного излучения, направленного к Земле, усредненно составляет  $1370 \text{ Вт/м}^2$ . Величина этого излучения в среднем остается неизменной и носит название *солнечной постоянной*. Однако, даже с учетом примерно пятикратного ослабления земной атмосферой энергии солнечного излучения, у поверхности нашей планеты в экваториальных областях в безоблачный полдень максимальная интенсивность теплового радиационного потока на перпендикулярную ему поверхность составляет около  $270 \text{ Вт/м}^2$ , что вовсе не является безобидным для человека при облучении открытых участков тела и безусловно требует их эффективной защиты.

Для рабочих мест считается допустимой интенсивность внешнего теплового облучения в пределах  $350 \text{ Вт/м}^2$  при использовании специальных теплозащитных средств (тепловых экранов, систем вентиляции).

Теплозащитные экраны по своему принципу действия различаются на теплоотражающие (алюминиевая фольга, стальной лист), теплопоглощающие (асбестокarton, огнеупорное стекло, кирпич, бетон) и теплоотводящие (с проточным охлаждением водой или жидким азотом). Эффективность  $\vartheta$  использования таких теплозащитных экранов оценивается в процентах отношением задержанного экраном количества тепловой энергии к ее первоначально измеренному уровню без экрана

$$\vartheta = [(Y_{T1} - Y_{T2}) / Y_{T1}] \cdot 100,$$

где  $Y_{T1}$  — интенсивность теплового облучения рабочего места или объекта до использования теплозащитного экрана;  $Y_{T2}$  — интенсивность теплового облучения рабочего места или объекта при использовании теплозащитного экрана.

Нормируемая эффективность  $\vartheta$  применения теплозащитных экранов, как правило, не бывает менее 50% и редко превышает 98%. Существующая величина  $Y_{T1}$  измеряется приборами, а ве-

личина  $Y_{T2}$  задается исходя из вышеприведенных допустимых значений интенсивности внешнего радиационного теплового потока облучения для человека или его рабочего места.

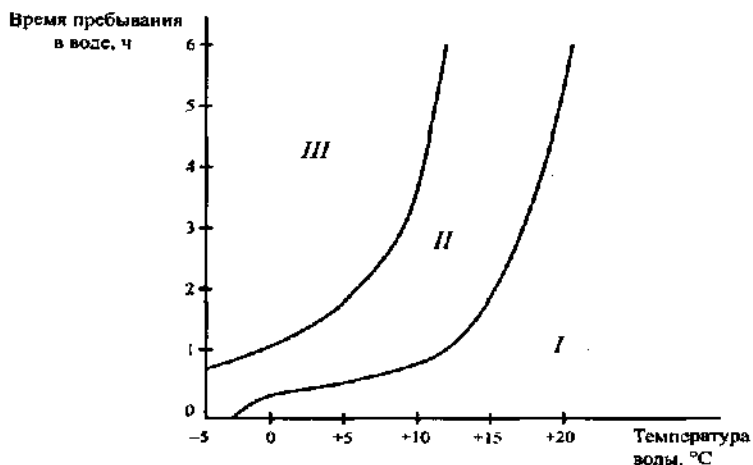
*Конвективный теплообмен* между телом человека и окружающей средой обусловлен макродвижением соприкасающегося с человеческим организмом воздуха как при его наружном контакте с кожей, так и при его вдыхании человеком. На долю конвективного теплообмена приходится до 30% всего теплового баланса человека. При этом количество тепла, передаваемое конвекцией, определяется уравнением Ньютона и существенно зависит от разности температур человеческого тела и окружающей среды.

Кроме того, на конвективный теплообмен сильно влияют относительная скорость движения человека и окружающей среды, а также влажность и давление последней. Например, при относительном покое человека и окружающей среды толщина прогретого человеческого телом воздушного слоя составляет около 8 мм, а уже при относительной скорости движения воздуха 2 м/с толщина этого слоя уменьшается до 1 мм, свидетельствуя о многократном увеличении конвективного теплообмена при температурах, меньших 35°C.

Вообще, как следует из приведенного примера, конвекция окружающей среды достаточно тесно связана с уже рассмотренной выше теплопроводностью этой среды. Так, широко известными являются факты наступления быстрого переохлаждения человеческого организма при случайном или намеренном нахождении людей в холодной воде без специального снаряжения (гидрокостюмов). Как показывают обобщенные результаты статистических наблюдений, из-за существенно более высокой теплопроводности воды по сравнению с воздухом сравнительно безопасное для здоровья человека пребывание в воде при температуре 5°C не превышает 25 мин, а при температуре воды 10°C достигает почти 1 ч (рис. 3.2).

Именно поэтому обеспечение комфортных и безопасных условий труда в значительной степени зависит от правильного подбора одежды человека. На графиках, представленных на рис. 3.3 и отображающих результаты экспериментальных исследований американского космического агентства NASA, показана переносимость человеческим организмом различных температур в зависимости от вида одежды. Относительная скорость движения воздуха при этом составляла около 1 м/с, давление — 1 атм, а относительная влажность — не более 50%. Выход графиков на го-





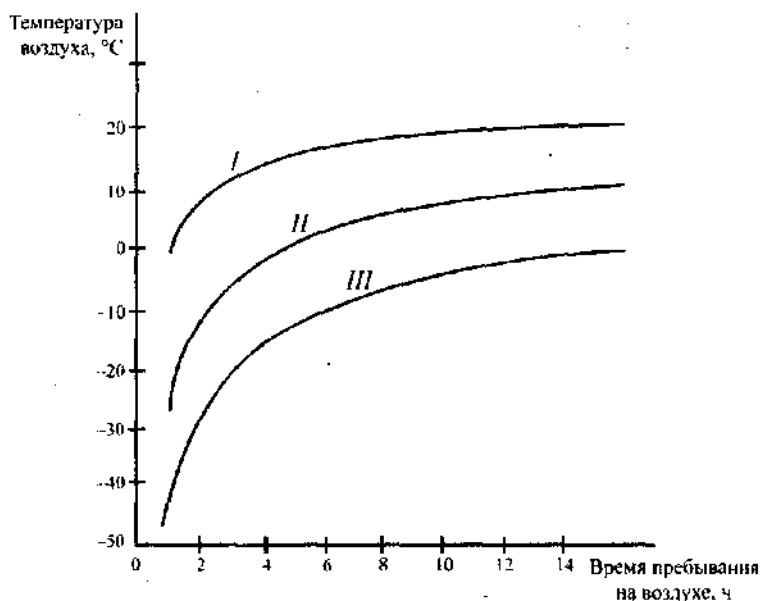
**Рис. 3.2. Переносимость человеком пребывания в воде без специального снаряжения:**

- I* — допустимые (переносимые) температурные условия; *II* — экстремальные (едва переносимые) температурные условия с 50% смертельным исходом; *III* — сверхэкстремальные (смертельные) температурные условия

горизонтальные участки свидетельствует о комфортности состояния человека во времени.

**Теплоотдача испарением** происходит путем испарения влаги с поверхности человеческого тела и является для человека весьма эффективным способом сброса излишков метаболического тепла. На долю испарения приходится до 25% расходуемой человеческим организмом тепловой энергии. При этом в состоянии покоя и температуре воздуха около 15°C потоотделение весьма незначительно, составляя в течение 1 ч не свыше 30 мл. Однако при высокой температуре и выполнении тяжелой работы, например в «горячих» цехах, потоотделение человека может увеличиваться до 1—1,5 л/ч, т.е. более чем в 30 раз.

Несмотря на то что испарение даже 1 г влаги сопровождается потерей организмом 2,43 кДж (0,58 ккал) тепловой энергии, большое количество выделяемого человеком пота, как правило, не испаряется, приводя к необходимому теплосбросу, а задерживается тканью одежды или просто смахивается человеком в виде капель. Другими словами, потоотделение далеко не всегда приводит к эффективной терморегуляции человека путем испарения



**Рис. 3.3. Переносимость человеком пребывания на воздухе в различных видах одежды:**

- I* — легкая спецодежда; *II* — спецодежда с шерстяным бельем;  
*III* — летний комплект спецодежды

влаги с внешней поверхности человеческого тела. Более постоянным является расход тепловой энергии через органы дыхания человека, составляя около 13% его общих тепловых потерь.

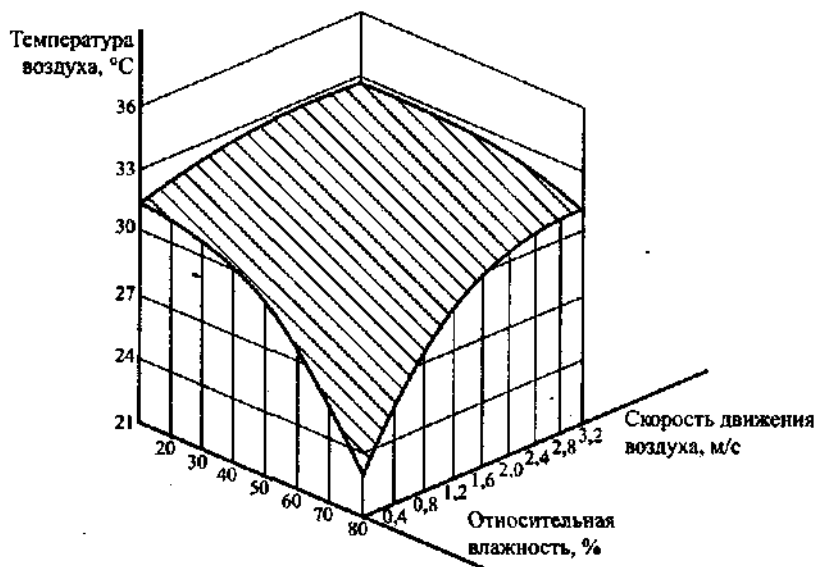
### 3.2.3. Параметры микроклимата человека и вентиляция

Для эффективного теплообмена организма человека со средой обитания и организации комфортных (или в значительной мере допустимых) условий производства необходимы следующие оптимальные параметры микроклимата:

- *относительная влажность воздуха* 40—60% (но не менее 20 и не выше 75%);
- *температура воздуха* 18—22°C (но не менее 13 и не выше 28°C);
- *скорость движения воздуха* 0,2—0,3 м/с (но не менее 0,1 и не более 0,5 м/с).

Для различных категорий работ (от Ia до III) и сезонов года (теплый, холодный) комфортные и допустимые условия труда человека приведены в специальных нормативных документах

(ГОСТ<sup>1</sup>, СанПиН<sup>2</sup>). Значения параметров микроклимата (относительная влажность, температура и скорость движения воздуха), характеризующие верхнюю границу области допустимых условий жизнедеятельности человека, в графическом виде образуют некоторую симметричную трехмерную поверхность (рис. 3.4). Отличительным свойством данной области значений параметров является возможность для организаторов производства оставаться в пределах допустимых условий жизнедеятельности человека путем активной коррекции микроклимата среды обитания при изменении хотя бы одного из трех взаимосвязанных между собой физических свойств этой среды.



**Рис. 3.4. Верхняя граница области допустимых значений параметров микроклимата**

Дополнительно предъявляются определенные требования по *вентиляции рабочих и жилых помещений* различного назначения, исходя из потребности притока свежего воздуха за 1 мин на  $1 \text{ м}^2$  пола помещения:

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.005—88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

<sup>2</sup> Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

- $0,15 \text{ м}^3$  — для конторских помещений, музеев, вокзалов;
- $0,3 \text{ м}^3$  — для обычных рабочих помещений, поликлиник, больниц;
- $0,5 \text{ м}^3$  — для аудиторий, судебных помещений, универмагов, библиотек;
- $0,6 \text{ м}^3$  — для лабораторий, операционных, помещений для тяжелых работ.

Необходимость обеспечения указанных выше нормативов вентиляции помещений носит двоякий характер. С одной стороны, при средней частоте дыхания человека, равной 16 вдохам и выдохам в минуту (колебания в пределах 14—20 вдохов и выдохов), объем потребного для дыхания взрослого человека свежего воздуха составит около 8 л/мин при условии, что доля кислорода в воздухе при нормальном давлении на уровне моря для комфортных условий составляет 21%. Считается, что в зависимости от тяжести выполняемых физических работ потребление кислорода человеком может колебаться от менее 0,5 л/мин (для легкой работы) до более 1 л/мин (для тяжелой работы).

С другой стороны, нормальное содержание углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере составляет 0,01—0,03%, а комфортный уровень в помещении, где находятся люди, не должен превышать 0,5%. Увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе до 1—1,5% субъективно может не ощущаться, но приводит к снижению эффективности труда. При содержании углекислого газа, равном 3%, возникает затруднение дыхания, которое нарастает вместе с дальнейшим ростом концентрации  $\text{CO}_2$ . Длительное пребывание в атмосфере, содержащей более 10% диоксида углерода, смертельно для человека.

Таким образом, можно сделать очевидный вывод, что отсутствие или недостаточный объем вентиляции в рабочем помещении неизбежно приводит к изменению газового состава воздуха, обеднению его кислородом и пересыщению углекислым газом со всеми перечисленными последствиями.

В качестве параметра, характеризующего уровень вентиляции помещений, используется *воздухообмен*  $K_{\text{в}}$ ,  $\text{ч}^{-1}$  — показатель, равный отношению объема заменяемого в помещении воздуха  $W_3$  в единицу времени (например, в час), т.е. по сути скорости замены воздуха в помещении к общему объему помещения  $V_{\text{п}}$ , из которого удаляется воздух:

$$K_{\text{в}} = W_3 / V_{\text{п}}$$

Как следует из вышеприведенной формулы, воздухообмен характеризуется величиной, кратной объему воздуха в помещении, заменяемого в единицу времени, т.е. этот показатель свидетельствует, сколько раз в течение часа полностью заменен воздух в помещении (при  $K_B \geq 1$ ) или какая часть объема воздуха в помещении заменена в течение часа (при  $K_B < 1$ ).

Величина воздухообмена в результате естественного проветривания (инфильтрации) жилых помещений, зданий через неплотности окон, дверей, конструкций может достигать значений  $0,5—0,75 \text{ ч}^{-1}$ , а для производственных помещений, зданий —  $1—1,5 \text{ ч}^{-1}$ , т.е. вдвое больше. Той же цели можно добиться и путем аэрации (специального открывания окон, фрамуг, форточек) при намеренном проветривании помещений.

В случае принудительной *механической вентиляции*, осуществляемой с помощью специальных вентиляционных устройств, механизмов, различают приточную, вытяжную и приточно-вытяжную вентиляцию, при расчете которых исходят из следующих нормативов: при объеме помещения на одного человека  $V_{\text{п}} < 20 \text{ м}^3/\text{чел}$  необходима  $W_3 \geq 30 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а при  $V_{\text{п}} = 20+40 \text{ м}^3/\text{чел}$  требуется  $W_3 \geq 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из тех же соображений рассчитывают производительность кондиционеров и установок искусственного климата.

Кроме тепловых и климатических особенностей пребывания человека в техносфере необходимо рассмотреть еще некоторые важные факторы, оказывающие самое непосредственное влияние на эффективность его трудовой деятельности, и прежде всего — освещение и работоспособность.

### 3.2.4. Параметры освещения в жизнедеятельности человека

Достаточный уровень *освещения* всех рабочих помещений, используемого оборудования, рабочих мест, объектов и средств труда, рабочих поверхностей является необходимым условием обеспечения не только высокой эффективности труда человека в техносфере, но и безопасности его жизнедеятельности. Известно, что зрение составляет человеку свыше 85% всей информации, поступающей из среды обитания. Органы зрения человека приспособлены к восприятию световой энергии в диапазоне длин волн от  $0,380$  до  $0,760 \text{ мкм}$  ( $3800—7600 \text{ \AA}$ ), соответствующих изменению цвета от темно-фиолетового до темно-красного. Максимум чувствительности человеческого глаза приходится на длину волны, равную  $0,554—0,556 \text{ мкм}$  и характерную для желто-зеленого цвета.

Для организации комфортного освещения производственного помещения и рабочего места человека важны следующие факторы в совокупности:

- достаточная освещенность объекта и средства труда; рабочей поверхности, соответствующая точности производимых человеком работ;
- высокая контрастность наблюдения объекта труда по сравнению с его задним фоном;
- отсутствие слепящих источников света высокой яркости в поле зрения;
- отсутствие бликов отраженного света, блескости на объекте труда или рабочей поверхности;
- расположение источников света и дополнительной подсветки, обеспечивающее максимальную сосредоточенность человека на объекте труда;
- цветовая гамма объектов среды обитания, способствующая максимальной эффективности труда человека и его минимальной утомляемости.

Под влиянием освещения многие физиологические параметры человека, например такие как сердечный ритм, дыхание, давление кровообращения, активность головного мозга, работа эндокринной системы, существенно меняют свои значения, приводя к повышению или понижению жизненного тонуса, работоспособности, активности организма.

Нормальные световые условия в быту и на производстве, большое число солнечных дней в году, яркость красок природы и продуманные цветовые решения внутри помещений благотворно влияют на человека, создают у него комфортное мироощущение и хорошее настроение.

И напротив, хронический недостаток света в жизни человека, серость и тусклость красок его среды обитания весьма губительно сказываются на состоянии человеческого организма, вызывая угнетенное состояние, раздраженность, функциональные нарушения центральной нервной системы, головного мозга, пищеварения, создают предпосылки для обострения старых и появления новых заболеваний.

К числу наиболее важных параметров, характеризующих освещение среды обитания человека, относятся яркость источника освещения или объекта наблюдения, световой поток излучения, сила света от источника, спектральный состав светового излучения, освещенность поверхности световым потоком, коэф-

фициент пульсации освещенности поверхности во времени, коэффициент отражения поверхности фона.

Каждый из перечисленных физических параметров освещения предопределяется конкретными условиями окружающей среды, которые, существуя объективно, вносят свой вклад в общую интегральную оценку человеком степени комфортности светового режима среды обитания и требуют особого учета при формировании последней.

Основными физиологическими функциями человеческого зрения, играющими важную роль при выполнении различного рода работ, являются также световая чувствительность зрения, острота зрения, контрастная чувствительность различения объекта с фоном, степень ослепленности источником светового излучения, адаптация зрения, латентный период зрения, устойчивость ясного видения.

Перечисленные физиологические параметры зрения индивидуальны для каждого человека и в этом смысле носят субъективный характер, но тем не менее могут быть усреднены для подавляющего количества работающих людей, формируя некоторое математическое ожидание этих показателей, а также их среднеквадратическое отклонение.

Таким образом, эффективность жизнедеятельности человека и его труда одинаково тесно связана как с объективно существующими физическими параметрами освещения, так и с физиологическими особенностями субъективного восприятия этого освещения человеческим зрением и центральной нервной системой человека. Рассмотрим некоторые из названных выше параметров и их комфортные значения, обеспечиваемые в техносфере.

Одним из базовых понятий освещения является *световой поток*  $\Phi_c$ , равный количеству световой энергии, проходящей через единицу площади в один квадратный метр, и измеряемый в люменах (лм).

Пространственная плотность светового потока, распространяющегося от источника света внутри единицы телесного угла в один стерадиан, обозначается как *сила света*  $J_c$  и измеряется в канделах (кд).

*Яркость*  $B_c$  излучающей или отражающей поверхности под углом  $\alpha$  к нормали определяется как отношение формируемой этой поверхностью силы света в этом направлении к площади  $S$  проекции этой поверхности на плоскость, перпендику-

лярную этому направлению, и измеряется в канделах на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ):

$$B_c = J_c / S \cos \alpha.$$

Яркость горящей свечи примерно равна  $1 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Обычное облачное дневное освещение соответствует яркости около  $10 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Яркость полуденного солнца достигает  $15 \cdot 10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Наконец, абсолютная слепящая яркость для человеческого зрения соответствует величине  $22,5 \cdot 10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Нормальными и даже комфортными для жизнедеятельности человека считаются значения яркости в диапазоне от 50 до  $1500 \text{ кд}/\text{м}^2$ , оптимальное —  $500 \text{ кд}/\text{м}^2$ .

*Спектральный состав* светового излучения предполагает наличие в видимой человеком (оптической) части электромагнитного поля наличие семи основных цветов (фиолетового, синего, голубого, зеленого, желтого, оранжевого, красного) и более сотни различных цветовых оттенков. Невидимая человеком часть спектра электромагнитного излучения с длиной волны менее  $0,38 \text{ мкм}$  носит название ультрафиолетового излучения и граничит при длине волн  $0,01 \text{ мкм}$  с рентгеновским излучением (рис. 3.5).

С другой стороны спектра видимого светового излучения при длине волны более  $0,76 \text{ мкм}$  также располагается невидимая человеком часть электромагнитного поля, которая получила название инфракрасного излучения и, являясь характеристикой теплового выделения энергии, простирается до значения длины волны, равного  $340 \text{ мкм}$ .

Благоприятный для человека спектральный состав видимого света обозначается как комфортный световой климат и способствует достижению максимальной эффективности труда человека. Наилучшим по спектру для человека является естественное дневное освещение. В вечернее и ночное время суток для зрения благоприятны обычные лампы накаливания, спектр излучения которых близок к естественному освещению и единственным недостатком которых является их довольно малый коэффициент полезного действия (собственно на освещение расходуется лишь 8—15% потребляемой ими электроэнергии). Существенно более экономичными являются так называемые газоразрядные лампы дневного света, которые выпускаются в нескольких модификациях: ЛД — с голубоватым оттенком свечения; ПХБ — холодно-белого цвета с желтоватым оттенком свечения; ЛТБ — тепло-белого цвета с розоватым оттенком свечения. Подбор марки газоразряд-



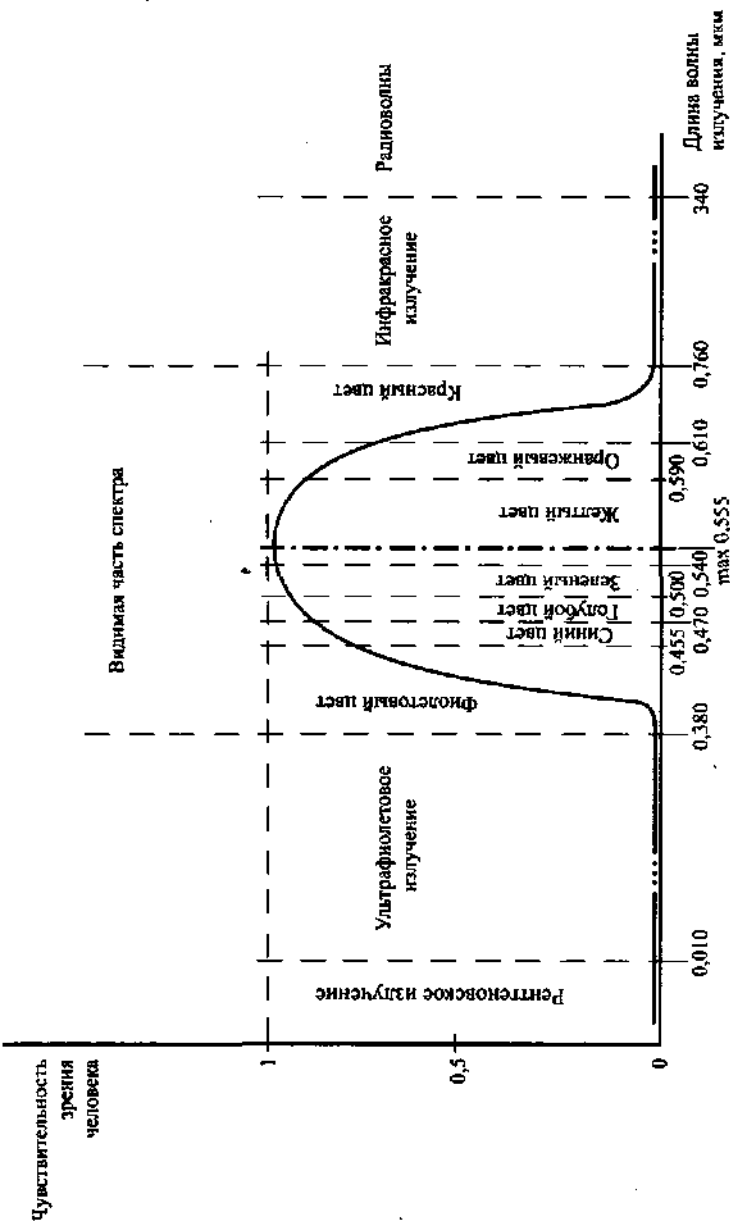


Рис. 3.5. Чувствительность зрения человека к спектру видимого света и смежным областям излучения электромагнитного поля

ных ламп зависит от характера выполняемой работы и общего цветового решения рабочих помещений, обеспечивая комфортный световой климат человека.

Поэтому, говоря о составе спектра светового излучения, следует отметить комбинированный характер этого параметра. С одной стороны, разработан и активно используется объективный метод спектрального анализа на базе различных технических приборов (спектрографов, спектрометров). В то же время световой спектр освещения, воспринимаемый человеком, является важным субъективным фактором среды обитания, от восприятия которого существенно меняются многие физиологические показатели жизнедеятельности человеческого организма и настроение самого человека.

Другой важнейшей характеристикой освещения является так называемая *освещенность*  $E_c$  рабочей поверхности и объекта труда, под которой понимается отношение падающего на поверхность светового потока к площади  $S_c$  этой освещенной поверхности, измеряемая в люксах (лк):

$$E_c = \Phi_c / S_c.$$

Именно освещенность среды обитания человека фигурирует чаще всего в различных рекомендациях и строительных нормативах по обеспечению комфортных условий трудовой деятельности.

Для нормальной жизнедеятельности человека и комфортных условий труда вполне приемлемым считается диапазон освещенности 100—700 лк, причем использование большего уровня освещенности всегда обусловлено необходимостью выполнения более мелких и точных работ. Низкие уровни освещенности рабочих помещений на уровне 50—30 лк вообще нежелательны, так как производительность труда человека при этом существенно снижается (на 15—28%). Определенные виды трудовой деятельности требуют соответствующей достаточной освещенности рабочих мест общим и дополнительным местным освещением:

- 100 лк — общее освещение аудиторий, помещений для неотчетственных работ с крупными объектами, складских помещений и т.д.;

- 200 лк — грубая обработка на станке объектов малой точности, работа со светящимися объектами, любые виды наблюдения за производственными процессами, прием посетителей и т.д.;

- 300 лк — освещение рабочих столов аудиторий, выполнение сверления, клепки, штамповки, грубой сборки, окраски, разборка корреспонденции, работа с картотекой и т.д.;
- 400 лк — чтение, обработка текстов, работа с объектами средней точности, обычная конторская работа и т.д.;
- 500 лк — освещение доски в аудитории, бухгалтерская работа, рисование, разметка и изготовление шаблонов, работа за верстаком, обработка стекла (гранение, полирование) и т.д.;
- 700 лк — шитье, работа с мелкими контрастными деталями и т.д.;
- 1000 лк — черчение, работа с мелкими деталями высокой точности, контрольные операции, врачебный осмотр и т.д.;
- 2000 лк и выше — прецизионная работа с деталями наивысшей точности.

Для характеристики уровня естественного освещения производственных, учебных, торговых и жилых помещений используется коэффициент естественного освещения  $K_{eo}$ , %, равный отношению значения освещенности  $E_{c1}$  изучаемого участка внутри помещения к одновременно измеренному значению освещенности  $E_{c0}$  от рассеянного света небосвода на горизонтальном участке поверхности снаружи здания:

$$K_{eo} = (E_{c1} / E_{c0}) \cdot 100.$$

Величина этого коэффициента нормирована специальными Строительными нормами и правилами (СНиП<sup>1</sup>) для каждого из пяти световых поясов (поясов светового климата) Российской Федерации в соответствии с характером выполняемых внутри помещений работ и необходимым для этого уровнем освещенности. Обычно значения коэффициента естественного освещения находятся в диапазоне от 0,1% (для эпизодически посещаемых помещений) до 3,5% (для работ наивысшей точности при боковом освещении) и до 6% (при верхнем или комбинированном освещении).

Если уровень естественного освещения недостаточен для выполнения работ заданной категории точности, то его дополняют искусственным электрическим освещением и получают *совмещенное освещение* необходимого уровня освещенности. В лю-

<sup>1</sup> Строительные нормы и правила СНиП 23-05—95 «Естественное и искусственное освещение».

бом случае исходным параметром для проектирования зданий, производственных помещений и интерьера является именно *необходимая освещенность*. Исходя из нее, определяют необходимые значения коэффициента естественного освещения, возможные архитектурные решения зданий, необходимое число и мощность светильников.

Другим косвенным показателем освещенности помещений, хотя и более приближенного характера, является *световой коэффициент*  $K_c$ , определяемый как отношение площади остекления  $S_{ст}$  световых проемов помещения к площади пола  $S_{п}$  этого помещения:

$$K_c = S_{ст} / S_{п}.$$

Как правило, величина этого показателя для комфортных условий труда человека находится в следующем диапазоне значений:

- 0,1 — для подсобных и складских помещений;
- 0,13 — для административных помещений;
- 0,17 — для аудиторий и других учебных помещений;
- 0,2 — для торговых помещений и спортивных залов.

Использование чисто искусственного или совмещенного освещения заставляет учитывать еще один показатель, относящийся к объективным и не зависящим от человека параметрам освещения, а именно *коэффициент пульсации освещенности*. Величина этого коэффициента связана с наличием перепадов напряжения в электросети при включении и выключении мощного электрооборудования, а также с физической природой самих осветительных приборов. Определяется коэффициент пульсации освещенности  $K_E$ , %, следующим образом:

$$K_E = [(E_{\max} - E_{\min}) / 2 E_{\text{ср}}] \cdot 100,$$

где  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$ ,  $E_{\text{ср}}$  — соответственно максимальная, минимальная и средняя освещенность на одном и том же рабочем месте, обусловленная изменениями светового потока во времени.

Для галогенных ламп коэффициент пульсации освещенности невелик и составляет лишь 1%, для обычных ламп накаливания находится в пределах 7%, для газоразрядных ламп может достигать 25—65%. Существующие рекомендации ограничивают величину указанного коэффициента для комфортных условий труда человека при выполнении различных видов работ предельно максимальными значениями не более 10—20%.

Наконец, еще один физический параметр, характеризующий оптические условия работы человека, связан с отражательной способностью фоновой поверхности, находящейся за объектом различения, и обозначается как  $\rho$  — коэффициент отражения поверхности фона. По своему физическому смыслу данный коэффициент выражает отношение светового потока  $\Phi_{c1}$ , отраженного от фоновой поверхности, к световому потоку  $\Phi_{c0}$ , изначально падающему на нее:

$$\rho = \Phi_{c1} / \Phi_{c0}.$$

Диапазон значений коэффициента отражения фона может изменяться в очень широких пределах — от 0,02 до 0,95. При этом чем больше значение данного показателя, тем светлее фоновая поверхность для наблюдателя. При значениях  $\rho < 0,2$  фон воспринимается как темный, при значениях  $\rho = 0,2+0,4$  — средний, а при  $\rho > 0,4$  фон считается светлым.

Как правило, для человека в техносфере имеет значение не сам фон как таковой, а контраст (степень различия по яркости) между объектом наблюдения и фоном. Безразмерная величина контраста  $K_k$  определяется по следующей простой формуле:

$$K_k = |B_{co} - B_{cf}| / B_{cf},$$

где  $B_{co}$ ,  $B_{cf}$  — соответственно яркость объекта наблюдения и яркость фона.

При значениях  $K_k < 0,2$  контраст считается малым, при  $K_k = 0,2+0,5$  он оценивается как средний, а при  $K_k > 0,5$  говорят о большом контрасте. Для успешного выполнения рабочих операций и обеспечения комфортных условий трудовой деятельности желательно, чтобы уровень контраста был близок к значению 0,5. При этом, в зависимости от конкретной операции, бывает предпочтительно, чтобы выполнялось соотношение  $B_{co} > B_{cf}$ , т.е. имел бы место прямой контраст (как, например, при сборке часового механизма), или, наоборот, требуется, чтобы  $B_{co} < B_{cf}$ , что характерно для обратного контраста (как, например, при вдевании черной нитки в иголку). Наличие в последней формуле модуля разности значений яркости объекта и фона позволяет оценивать контраст только по его абсолютной величине, которая и является наиболее значимой.

Для организации аварийного, эвакуационного, охранного и сигнального видов освещения чрезвычайно важным параметром является *световая чувствительность зрения человека*, под которой понимается минимальная освещенность поверхности или объекта, различимая человеком в темноте. Аварийное освещение должно обеспечивать освещенность поверхностей не менее 2 лк, охранное освещение — не менее 0,5 лк, эвакуационное освещение — не менее 0,5 лк на полу проходов и не менее 0,2 лк на открытых территориях. Вообще же минимальный уровень световой различимости человеческого зрения в темноте составляет  $10^{-6}$  лк.

*Острота зрения* характеризуется способностью человека различать мелкие детали объектов наблюдения. Такого рода разрешающая способность человеческого зрения позволяет различать объект размером в одну угловую минуту, что соответствует линейному размеру объекта 1,45 мм при его наблюдении с расстояния 5 м (физиологический предельный угол зрения).

### 3.2.5. Принципы антропометрии в жизнедеятельности человека

Наряду с рассмотренными выше условиями микроклимата среды обитания, условиями теплообмена и параметрами освещения, большую роль в обеспечении нормальной работоспособности человека и высокой эффективности его труда играет *пространственное формирование габаритов рабочего места*, удобное расположение органов управления и приборов предоставления информации. От степени учета основных требований антропометрии и эргономики будет существенно зависеть производительность труда человека и отсутствие предпосылок для возникновения травмоопасных ситуаций.

Сама *антропометрия* как наука об изучении размеров человеческого тела была предложена бельгийским математиком А. Кетле (1796—1874) в его основных трудах «Социальная физика» и «Антропометрия». Общеизвестная ценность и цель данного научного направления заключается в возможности выделения на основе многочисленных статистических данных наиболее вероятных значений размеров тела человека (отдельно для мужчин и женщин) и сравнительно редко встречающихся отклонений этих размеров как в большую, так и в меньшую сторону.

Полученные математические ожидания размеров тела человека используются при создании подавляющего большинства

рабочих мест операторов, инструментов и приспособлений, технологического оборудования, пультов управления, элементов строительных конструкций, мебели, транспортных средств, предметов обихода и т.д. Короче говоря, именно антропометрия дает проектировщику и конструктору, дизайнеру и технологу тот исходный материал о наиболее вероятных размерах человека, который в дальнейшем используется для формирования среды обитания и оказывает самое непосредственное влияние на его работоспособность.

Разработанные и успешно используемые в настоящее время на практике рекомендации по формированию рабочего места человека можно обобщить в виде следующих принципов антропометрии и инженерной психологии.

1. Высокая производительность и эффективность труда человека соответствуют наиболее удобным, комфортным значениям размеров всех конструктивных элементов его среды обитания. Как правило, при этих же комфортных значениях, отвечающих размерам тела подавляющего числа людей (обычно для 90% населения), наблюдается и наибольшая безопасность жизнедеятельности человека.

2. Кроме оптимальных, комфортных значений размеров среды обитания довольно часто, в силу необходимости, приходится использовать допустимые размеры конструктивных элементов, которые хотя и не являются наилучшими, но все же обеспечивают возможность проведения человеком заданной трудовой деятельности. Именно в таких условиях оказываются, в частности, оставшиеся 10% населения, которые не входят в 90%-ный статистический разброс параметров тела человека, берущихся за основу при проектировании среды обитания человека (из них 5% превышают условно «нормативные» габариты «среднестатистического» тела человека, а 5% оказываются меньше этих «нормативных» габаритов). В таких же некомфортных условиях жизнедеятельности оказываются и представители другого пола, если рабочее место спроектировано только под усредненные габариты мужчин или только женщин.

3. При формировании приемлемой с точки зрения антропометрии среды обитания человека необходимо учитывать национальные и возрастные особенности населения, пользуясь специально разработанными антропометрическими таблицами, а также принимать во внимание определенную динамику изменения во времени габаритов людей последующих поколений.

Как правило, с улучшением условий жизнедеятельности и повышением калорийности питания населения наблюдается и увеличение размеров тела людей. Кроме того, в случае пониженных температур среды обитания или экстремальных условий работы с использованием специального снаряжения необходимо использовать и соответственно увеличенные габариты всех конструктивных элементов рабочего места человека с учетом одежды.

4. Наилучших результатов в обеспечении комфортности среды обитания можно добиться, используя принцип регулируемости элементов рабочего места, при котором каждый человек за счет предусмотренной возможности изменения размеров тех или иных параметров среды обитания приспособливает ее для своих собственных габаритов, добиваясь удобства и максимальной эффективности трудовой деятельности.

5. Для создания допустимых условий жизнедеятельности используется принцип универсальности, при котором нерегулируемые элементы среды обитания человека должны отвечать следующим двум требованиям:

— максимальные приемлемые значения конструктивных элементов (ширина и высота проходов, ширина стульев и кресел, длина и ширина спальных мест, площадь педалей и ступеней лестничных маршей, диаметры люков и лазов) должны учитывать статические характеристики антропометрии, связанные собственно с габаритами тела человека, без ущемления при этом возможностей людей с малыми размерами тела;

— минимальные приемлемые значения конструктивных элементов (досягаемость выключателей и тумблеров, высота ступеней лестниц и расположения полок, диаметры поручней и рукояток инструментов) должны учитывать динамические характеристики антропометрии, связанные с выполнением различного рода действий и движений в процессе жизнедеятельности человека, без ущемления при этом возможностей людей с большими размерами тела.

Указанный принцип универсальности находит свое яркое воплощение в известном правиле альпинистов, идущих друг за другом след в след по снежному маршруту. Согласно этому правилу впереди группы в этом случае идет альпинист с наибольшим размером обуви и, как правило, самого высокого роста, который делает короткие шаги, удобные для повторения другими альпинистами этой группы, даже наименьшего роста.



В качестве иллюстрации важности учета статических и динамических характеристик антропометрии приведем некоторые элементы среды обитания человека, которые согласно указанному принципу универсальности должны иметь следующие рекомендуемые размеры:

- ширина прохода для одного человека  $\geq 750$  мм, для двух человек  $\geq 1350$  мм, ширина дорожки для одного человека  $\geq 300$  мм;
- ширина сидений  $\geq 480$  мм, для длительных авиарейсов  $\geq 525$  мм;
- ширина рабочей площади стола  $\geq 600$  мм, ее глубина  $\geq 400$  мм;
- ширина спального места  $\geq 750$  мм, длина  $\geq 1950$  мм, высота между спальными полками при двухъярусном их расположении  $\geq 500$  мм;

- глубина ступеней лестниц  $\geq 240$  мм, высота поручней лестниц относительно поверхности ступеней  $\geq 860$  мм, высота ограждений плоских площадок  $\geq 900$  мм, на высоких платформах  $\geq 1050$  мм;

- ширина проемов люков  $\geq 500$  мм, высота проемов вертикальных люков и лазов  $\geq 800$  мм;

- высота ступеней лестниц  $\leq 185$  мм, диаметр поручней  $\leq 45$  мм;
- досягаемость рук в горизонтальной плоскости  $\leq 700$  мм;
- зона охвата двух рук в вертикальной плоскости  $\leq 1350$  мм;
- высота расположения приборов управления от пола  $\leq 1850$  мм, выше головы оператора  $\leq 250$  мм;

- угол обзора в горизонтальной плоскости без поворота головы  $\leq 120^\circ$ , с поворотом головы  $\leq 225^\circ$ .

6. При организации среды обитания человека следует учитывать, что его рабочее положение «сидя» является более комфортным и менее энергоемким, менее утомительным, чем статическое положение «стоя» (когда энергопотери человека возрастают примерно в полтора раза), тем более со смещенным относительно площади опоры центром тяжести (когда энергопотери человека возрастают в 10 раз).

7. Выбор рабочего положения человека должен быть соотнесен с его требуемыми физическими усилиями. При развиваемых усилиях менее 50 Н работать можно сидя, а при необходимых физических усилиях более 100 Н — только стоя.

8. При организации работы оператора на пультах управления следует учитывать, что зрительные индикаторы лучше располагать в центральной части панели управления, а органы управления — в периферийной ее части, чтобы руки оператора не загромождали

зрительно воспринимаемые объекты, причем чаще используемые органы управления должны располагаться ближе к оператору, а редко используемые — дальше, но в зоне досягаемости.

Перемещение органов управления должно требовать некоторых усилий.

### 3.2.6. Возможности человека по переработке информации

Как уже указывалось в начале параграфа, человек при организации своей жизнедеятельности в среде обитания использует не только энергетические и вещественные виды связей, но также и обмен информацией.

С точки зрения физиологии человека информационные каналы связи играют огромную роль для нормального функционирования всех систем человека. Широко известен факт влияния врожденной глухоты человека на торможение развития его речевых способностей.

Еще один феномен, выявленный в ходе исследований по подготовке космонавтов, показывает, что длительное лишение человека информации от внешних источников среды обитания весьма негативно сказывается на его физиологии, психике, общем тонусе, и такое состояние человеческого организма получило название «сенсорный голод» («сенсорная депривация» от лат. *sensorius* — чувствительный, склонный к восприятию, ощущению; и *deprivatio* — потеря, лишение). Так, при длительном пребывании человека в одиночестве в сурдокамере, которая представляет собой специально оборудованное звуконепроницаемое помещение, человеческий мозг, лишенный внешних звуковых сигналов, склонен сам начинать формировать звуковые галлюцинации, заменяющие ему реально отсутствующие внешние звуки.

С другой стороны, человек, живущий в современном постиндустриальном обществе, имеющем ярко выраженный информационный характер, очень часто испытывает своего рода «информационную перегрузку», которая тесно связана с физиологическими возможностями человеческого организма по скорости переработки поступающей к нему из окружающей среды информации, что особенно важно учитывать при организации трудовой деятельности человека в качестве оператора.

Благодаря работам известного американского инженера, одного из создателей современной теории информации К.Э. Шеннона (р. 1916), точность передачи в единицу времени инфор-

мационных сигналов объемом  $H$  по любому каналу связи с пропускной способностью  $C$  зависит от соотношения этих двух параметров. В соответствии с *прямой теоремой Шеннона* при соотношении

$$H \leq C$$

информация, передаваемая по каналу связи, может иметь сколь угодно высокую степень точности.

И напротив, в соответствии с *обратной теоремой Шеннона* при соотношении параметров

$$H > C$$

информация, передаваемая по каналу связи, неизбежно будет сопровождаться потерей части информационных сигналов.

Указанные теоремы Шеннона имеют самое непосредственное отношение к физиологии передачи в человеческом организме информации, поступающей из окружающей среды. Согласно результатам физиологических исследований распространение информации от чувствительных к внешним воздействиям элементов (экстероцепторов, являющихся разновидностью рецепторов; от лат. *gescertio* — прием, принятие, получение) происходит с помощью специальных клеток нервной системы — нейронов, имеющих древовидную структуру, представленную на рис. 3.6, и обладающих следующими особенностями. Прежде всего, внешние воздействия, преобразованные рецепторами, поступают по волокнам нейронной кроны (дендритам) в центральное тело нейрона (перикарион), где суммируются и, достигнув порогового уровня, приводят к формированию короткого нервного импульса.

Частота следования нервных импульсов по протяженному проводящему каналу нейрона (аксону) определяется интенсивностью внешнего воздействия, но не может превышать некоторой предельной величины, которая составляет для различных видов нейронов от 500 до 1000 импульсов в секунду. Иначе говоря, нейрон использует принцип частотной модуляции нервных импульсов для информирования организма об интенсивности внешних воздействий со стороны окружающей среды и обладает определенной предельной пропускной способностью  $C_H$ .

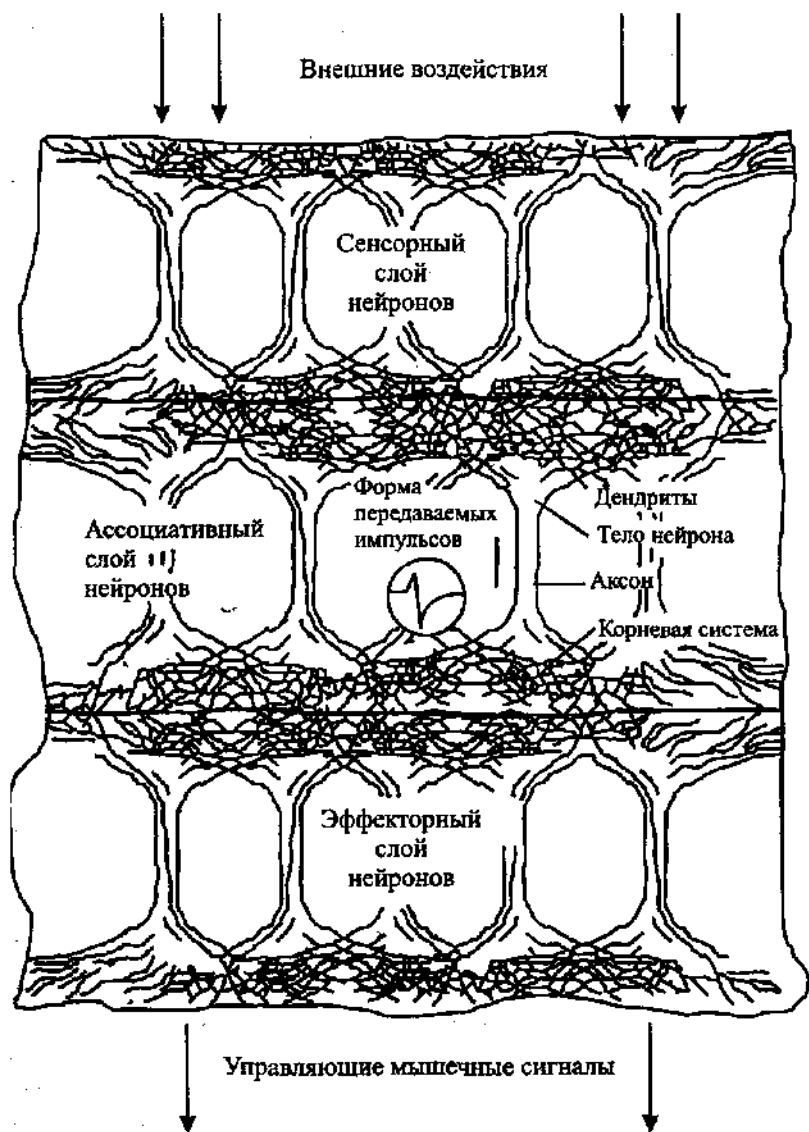


Рис. 3.6. Структура нейрона в нейронной сети

Распространяющиеся по аксону нервные импульсы передаются далее через разветвленные окончания корневой системы нейрона (синапсы) другим нейронам, нервным центрам, мышечным

волокнам или тканям внутренних органов. Общее число нейронов человеческого мозга достигает 100 млрд структурных единиц, образуя вместе с периферийными отделами передачи информации сложнейшую многообразную информационную сеть, называемую центральной нервной системой.

В соответствии с рассмотренными выше теоремами Шеннона при объемах внешней информации, составляющих величину  $H$  и поступающих в единицу времени на рецепторы органов чувств человека, возможны два основных варианта. В случае когда  $H \leq C_n$ , будет наблюдаться полностью адекватная реакция человека на внешние воздействия без потерь информации об этих воздействиях. Это и есть *нормальный (допустимый) режим работы оператора*, причем желательно, чтобы  $H \ll C_n$  (комфортный режим), так как равенство указанных параметров свидетельствует о критическом нервном напряжении человека и долго продолжаться не может.

Напротив, при  $H > C_n$  часть поступающей к человеку информации из внешней среды неизбежно теряется, что недопустимо для труда оператора.

Результаты многочисленных исследований, проведенных в области инженерной психологии, изучающей особенности восприятия информации человеком-оператором, дают основания сделать некоторые обобщающие выводы и рекомендации по формированию трудовой деятельности.

1. Способность к восприятию и различению человеком последовательных внешних воздействий, не требующих ответной реакции, как правило, никогда не превышает 10 сигналов в секунду.

2. Для большинства сенсомоторных реакций человека существует так называемое латентное время от начала внешнего воздействия на рецепторы органов чувств до начала двигательной реакции человека на это внешнее воздействие. Подавляющее число сенсомоторных реакций с участием тактильных (осязательных), звуковых, зрительных внешних воздействий включает в себя латентный период времени в диапазоне 0,09—0,22 с.

3. Более сложные логические операции, включающие в себя кроме латентного времени длительность ознакомления с ситуацией, обнаружение изменений или различий, счет условных знаков, требуют от человека напряженного внимания и затрат времени на каждую из указанных операций в сумме в диапазоне 0,52—0,64 с.

4. Нормальная (комфортная) скорость декодирования человеком информации и принятия решения составляет 2 бит/с (приемлемый диапазон значений от 0,1 до 5,5 бит/с). Печатание на клавиатуре пишущей машинки, телетайпа или компьютера обычно не превышает 25 бит/с. Наконец, максимально возможная (допустимая) скорость декодирования человеком информации в виде последовательности поступающих сигналов и формирования отклика достигает 40 бит/с и может осуществляться лишь в течение короткого времени (экстремальные значения — до 70 бит/с).

5. Предельно минимальные интервалы времени между сигналами, на которые возможна адекватная реакция оператора, составляют в среднем не менее 0,5 с.

Следует отметить интересный факт, выявленный в ходе многочисленных экспериментальных исследований информационной загрузки и трудовой деятельности оператора: как чрезмерно большой объем информации, предлагаемой оператору к переработке в единицу времени, так и чрезмерно малое количество этой информации одинаково плохо сказываются на эффективности труда человека.

В первом случае имеют место потери информации, обусловленные перегрузкой каналов связи нервной системы человеческого организма и действием рассмотренной выше обратной теоремы Шеннона, а также чрезмерно быстрое утомление оператора с неизбежными при этом ошибками и сбоями в его деятельности.

Во втором случае недостаточная загрузка информационных каналов связи организма человека приводит к ослаблению его внимания, снижению рабочего тонуса, отвлечению на другие объекты и, как следствие, неготовности оператора к быстрой, адекватной реакции на редко появляющиеся внешние сигналы с вытекающими отсюда ошибками и сбоями его труда.

Наконец, необходимо подчеркнуть также огромную роль еще одного фактора обеспечения высокой эффективности труда оператора. Таким фактором несомненно является степень обученности, тренированности и стаж практической деятельности человека-оператора. Именно накопленный оператором длительный опыт работы обеспечивает ему возможность предвидения поведения техногенной системы и сокращения времени принятия адекватных решений на любые внешние воздействия.

### 3.2.7. Параметры работоспособности и отдыха человека\*

*Работоспособность* как свойство выполнения трудовых функций является естественным состоянием человека и присуща ему практически на протяжении всей жизни. С возрастом меняются формы труда человека, возможные физические нагрузки и нервно-эмоциональные напряжения, утомляемость организма, но принципиальная способность к выполнению какой-либо активной деятельности сохраняется у людей постоянно.

Однако существуют и объективные, продиктованные самой физиологией человека ограничения на структуру и эффективность его трудовой деятельности в зависимости от целого ряда сопутствующих факторов. К числу таких физиологических факторов влияния на работоспособность человека относятся: неравномерность уровня эффективности труда человека в течение рабочего дня и в течение рабочей недели; необходимость периодов отдыха человека в структуре рабочего дня, недели, года; степень комфортности труда человека в среде обитания; уровень опасности для человека негативных воздействий со стороны среды обитания.

Проведенные замеры времени выполнения технологических операций, хронометраж трудовой деятельности, «фотография» *рабочего дня* человека позволили выявить следующую неравномерность уровня эффективности его труда в течение рабочего времени. Прежде всего это касается обычного рабочего дня, как правило, восьмичасовой продолжительности. Вначале для большинства видов работ наблюдается так называемый *период втягиваемости*, в ходе которого человек постепенно втягивается в требуемый ритм труда, переходя от предшествующего нерабочего состояния в состояние трудовой активности. Этому же периоду сопутствует и какое-то время, которое тратится на подготовку человека к работе и ее планирование.

Второй важнейший этап рабочего дня составляет *период максимальной эффективности* труда человека, характеризующийся его наивысшей производительностью, минимальным количеством сбоев и ошибок, наилучшим качеством выполняемой работы. Физиологические характеристики организма человека в этот период времени являются оптимальными. Время достижения максимальной эффективности приходится обычно на утренние (9—12) и дневные (14—17) часы рабочего времени.

К сожалению, являясь системой сугубо нестационарной, человек не в состоянии долго выдерживать достигнутый высокий

уровень эффективности своего труда. В зависимости от характера выполняемых работ, затрат физической энергии и нервно-эмоционального напряжения, степени комфортности среды обитания, уровня негативных воздействий, постепенно с большей или меньшей степенью интенсивности начинает возрастать уровень усталости работающего человека, которым характеризуется *период снижения работоспособности*. При этом отмечается, что значительные физические усилия человека с развитием большой мощности, статическая рабочая нагрузка с использованием ограниченного числа мышц организма, высокое нервно-эмоциональное напряжение труда оператора или человека в ходе публичных выступлений приводят к очень быстрому нарастанию состояния утомления (в течение 30—40 мин) и, как следствие, снижению работоспособности и эффективности трудовой деятельности.

Для борьбы с подобным снижением работоспособности используется *система перерывов* в работе, позволяющих человеку восстановить свои силы и продолжать выполнение заданных трудовых функций. Прежде всего к числу таких перерывов относится наиболее значительный по времени обеденный перерыв, продолжающийся около 1 ч (но не менее 30 мин).

Во-вторых, утренний и дневной периоды максимальной эффективности труда при первых признаках снижения работоспособности человека могут сопровождаться *техническими перерывами* длительностью 15—20 мин, целью которых является кратковременный отдых работника и восстановление его трудовой активности. В-третьих, в работе человека существуют и нерегламентированные микропаузы, доходящие в сумме до 10% общего времени. Указанные виды рабочих перерывов позволяют сохранять достаточно высокий уровень работоспособности человека в течение большей части его рабочего дня.

Однако, несмотря на используемую систему перерывов в работе человека, к концу рабочей смены все больше начинает проявляться усталость, которая связана с *периодом прогрессирующего утомления*. Одновременно с этим наблюдается увеличение времени выполнения рабочих операций, прогрессирующий рост числа ошибок и сбоев, что свидетельствует о кардинальном снижении работоспособности и эффективности труда человека, а также о необходимости скорейшего прекращения работы.

Наконец, незадолго до окончания рабочего дня наблюдается еще один кратковременный период в работе человека, связанный с психологическим желанием работника постараться закончить



трудовой день на мажорной ноте, доделать начатый участок работы, не оставлять его на завтра. В результате работоспособность человека возрастает незадолго перед концом работы (за 0,5—1 ч), и этот феномен обозначается как *период «конечного порыва»*. Если по каким-либо причинам после этого рабочий день не будет закончен, то работоспособность человека после этого конечного «всплеска» энтузиазма все равно снижается практически до нуля, и дальнейшее пребывание человека на рабочем месте становится по сути дела бессмысленным.

В графическом виде указанную очередность основных периодов рабочего дня человека, характеризующую изменение его работоспособности, укрупненно можно представить зависимостью, изображенной на рис. 3.7. При организации многосменной или круглосуточной работы следует учитывать, что минимальная работоспособность человека приходится на ночные часы времени (в диапазоне 2—4 ч ночи), что безусловно связано с биологическим ритмом функционирования человеческого организма и требует в связи с этим повышенного внимания к состоянию человека, а при возможности и дублирования его рабочих обязанностей другим сотрудником. Эти меры по дублированию функций в ночные часы, как показывают расчеты, позволяют многократно повысить общую надежность техногенной системы с использованием труда человека.

Примерно по такому же графику происходит изменение работоспособности человека в течение *рабочей недели* (рис. 3.8). В первый рабочий день, понедельник, наблюдается своеобразный *период вработываемости* человека, переход от воскресного отдыха к трудовой активности. В середине недели, со вторника по четверг, человеку присуща *максимальная работоспособность*, и именно на этот период времени целесообразно наметить наиболее важные и ответственные трудовые действия. Наконец, в пятницу имеет место *спад работоспособности* и эффективности труда человека, обусловленный проявлением накопленной за рабочую неделю усталости и развитием процессов длительного утомления. Особенно негативно на работоспособности человека сказывается необходимость шестидневной рабочей недели и выхода на работу в субботу. Одного воскресного выходного дня при этом оказывается, как правило, недостаточно для полного восстановления сил человека после такой напряженной рабочей недели.

Согласно *Трудовому кодексу Российской Федерации* нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать

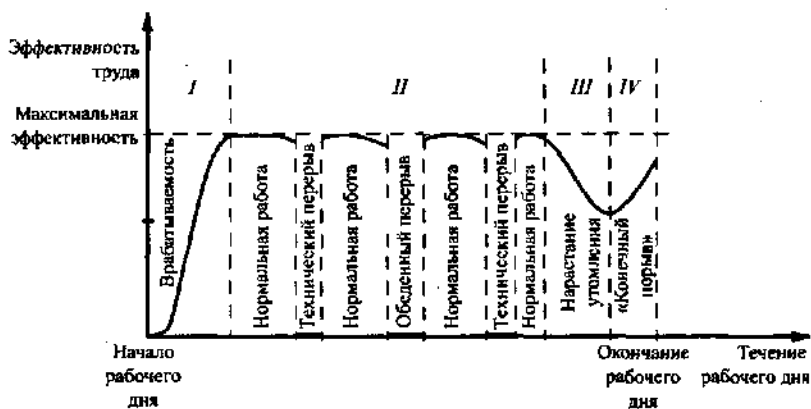


Рис. 3.7. Изменение эффективности труда человека в течение рабочего дня

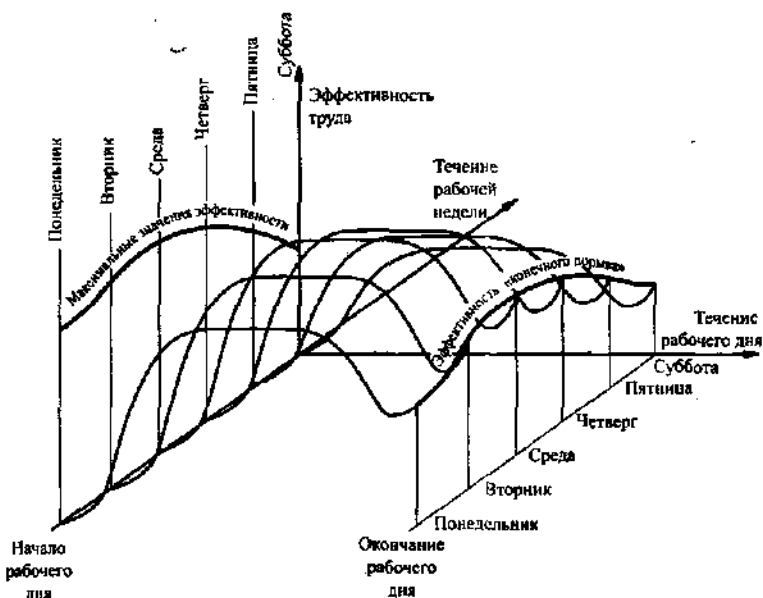


Рис. 3.8. Изменение эффективности труда человека в течение рабочей недели

40 ч в неделю. Кроме того, вводится целый ряд ограничений на продолжительность рабочего времени для следующих категорий работников: несовершеннолетнего возраста; имеющих инвалидность I или II группы; занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

По заявлению работника возможно внутреннее совместительство на других работах за пределами нормальной продолжительности рабочего дня, которое не может превышать 4 ч в день и 16 ч в неделю. С письменного согласия работника при возникновении острой производственной необходимости возможно его привлечение к сверхурочным работам, но не более 4 ч в течение двух дней подряд и 120 ч в год.

Указанные законодательные меры по ограничению нормальной и сверхнормативной продолжительности рабочего дня человека продиктованы прежде всего стремлением оградить его здоровье от недобросовестного работодателя и создать заслон на пути эксплуатации работника, угрожающей его здоровью и в конечном счете безопасности жизнедеятельности.

Этой же цели служит и регламентированное Трудовым кодексом Российской Федерации время отдыха человека, в течение которого работник свободен от исполнения трудовых обязанностей и которое он может использовать по своему усмотрению. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не менее 30 мин и не более 2 ч, который не включается в рабочее время.

Кроме того, возможна организация специальных технических перерывов для отдыха, которые упоминались выше и продолжительность которых включается в рабочее время.

Всем работникам предоставляется еженедельный непрерывный отдых, продолжительность которого не может быть менее 42 ч. Как правило, для организации такого отдыха служат выходные дни. Кроме того, законом установлены нерабочие праздничные дни, число которых теперь, начиная с 2005 г., в Российской Федерации ежегодно составляет 12 дней, т.е. столько же, сколько, например, в Дании, Испании, Италии. В целом обычное число ежегодных праздников в других странах колеблется от 10 дней в США и Швейцарии до 15 дней в Австрии и Японии.

Указанным Трудовым кодексом в Российской Федерации установлены также ежегодные оплачиваемые отпуска с сохранением среднего заработка продолжительностью не менее 28 ка-

лендарных дней. В зависимости от тяжести и вредности условий работы, а также в силу других причин продолжительность ежегодного оплачиваемого отпуска (основного и дополнительного) может быть установлена больше указанного срока и максимальным пределом не ограничивается. Нерабочие праздничные дни, приходящиеся на период ежегодного отпуска, в число календарных дней отпуска не включаются, но соответственно и не оплачиваются.

Разработанная и законодательно принятая в нашей стране система труда и отдыха является достаточно гуманной и при ее строгом и неукоснительном выполнении гарантирует человеку сохранение здоровья, работоспособности и трудовой активности в течение многих лет. В конечном счете основным фактором, учитываемым при формировании процессов труда человека, должна быть именно безопасность его жизнедеятельности.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Какое взаимное влияние оказывают друг на друга комфортные условия жизнедеятельности в техносфере и физиология труда человека?

2. Какие виды связей существуют между человеком и его средой обитания (техносферой) в системе «человек — среда обитания»?

3. Из каких компонентов складывается энергобаланс человека в его среде обитания?

4. Как влияют физическая нагрузка и нервно-эмоциональная напряженность трудовой деятельности на энергозатраты человека?

5. Какие виды теплообмена участвуют в жизнедеятельности человека?

6. Какую роль играет вентиляция в обеспечении нормального микроклимата среды обитания человека?

7. Какие факторы в совокупности обеспечивают комфортные условия освещения в процессе жизнедеятельности человека?

8. Какова роль основных принципов антропометрии в жизнедеятельности человека и в чем выражается принцип универсальности?

9. Чем обусловлены и как сказываются перегрузка и недогрузка информационных каналов связи человека-оператора на его эффективность труда?

10. Как изменяется работоспособность человека в процессе трудового дня и какую роль играет Трудовой кодекс Российской Федерации в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека?

### 3.3. Критерии комфортности

Понятие «критерий» (от лат. *critérium* — средство для суждения), являясь достаточно распространенным в научной лексике, означает: параметр сравнения; показатель, по которому происходит сопоставление между собой различных вариантов структуры или поведения систем; признак, на основе которого производится оценка, определение или классификация.

Говоря о *критериях комфортности* жизнедеятельности в техносфере, необходимо еще раз уточнить, что к их числу относятся все основные параметры нормальной среды обитания человека, рассмотренные в 3.2 и регламентируемые различными санитарными нормами или строительными нормативами. Важным обстоятельством, служащим основанием для отнесения того или иного параметра к числу критериев комфортности, является тот факт, что нормальная жизнедеятельность человека при полном отсутствии этого параметра вообще невозможна, поскольку такова физиология и структура человеческого организма. Именно поэтому в качестве важнейших критериев комфортности для человека выступают следующие основные параметры его среды обитания:

- *энергобаланс человека с окружающей средой*, включающий в себя энергозатраты на выполнение трудовой деятельности и тепловые параметры, определяемые различными видами теплообмена, к числу которых относятся теплопередача, лучистый теплообмен, конвективный теплообмен, теплоотдача испарением;

- *параметры микроклимата среды обитания человека*, тесно связанные с его энергобалансом и включающие в себя температуру окружающей среды, относительную влажность воздуха, скорость движения воздуха, процентное содержание кислорода в воздухе;

- *параметры освещения среды обитания человека*, включающие в свой состав уровень освещенности, спектральный состав и уровень пульсации освещения, контрастность объекта наблюдения, пространственное расположение и яркость источников света и т.д.;

- *эргономические параметры среды обитания*, характеризующие степень приспособленности форм и размеров окружающих предметов в техносфере к размерам тела человека, удобство длительного пользования следующими объектами: элементами городской инфраструктуры, зданиями и постройками, внутренним интерьером помещений, мебелью и посудой, производственным

оборудованием, технологическими приспособлениями, рабочими инструментами, транспортными средствами и т.д.;

• *параметры переработки информации человеком*, характеризующие прежде всего физиологические возможности человеческого организма к восприятию и осмыслению поступающих из внешней среды информационных сигналов, а также формированию адекватной ответной реакции на них, причем определяющими факторами являются объем и скорость предъявляемой информации, форма и частота следования информационных сигналов, сложность переработки информации человеком, необходимая скорость и форма ответной реакции на внешние воздействия и т.д.;

• *параметры труда и отдыха человека в среде обитания*, обеспечивающие поддержание его нормального здоровья, активности и длительной продолжительности жизни, высокой эффективности трудовой деятельности, которые включают в себя работоспособность человека в течение рабочего дня и рабочей недели, продолжительность рабочего времени, гарантированные периоды отдыха в течение рабочего дня и рабочей недели, продолжительность ежегодных отпусков и т.д.

Перечисленные выше параметры, являющиеся критериями комфортности, обладают важным свойством компромисса, заключающимся в том, что как чрезмерно малые, так и чрезмерно большие значения этих параметров неудобны или вовсе непригодны для человека. Состояние комфортности жизнедеятельности человека предполагает максимальную приспособленность его среды обитания к физиологическим и структурным особенностям человеческого организма.

Для обеспечения указанных критериев комфортности разработаны и успешно используются на практике многочисленные нормативные документы, в число основных из которых входят, например, следующие:

— Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1. / 2.1.567—96 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;

— Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2.540—96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»;

— Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

- ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»;
- ГОСТ 12.1.005—88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»;
- Строительные нормы и правила СНиП 2.04.05—86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- Строительные нормы и правила СНиП 23-05—95 «Естественное и искусственное освещение»;
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.

В результате скрупулезного, строгого соблюдения рекомендаций, норм и правил указанных выше и действующих пока нормативных документов создаются необходимые условия для обеспечения комфортного состояния человека в процессе трудовой деятельности. Это в свою очередь является залогом возможности проявления максимальной производительности и высокой эффективности труда любого работника.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Что подразумевается под термином «критерий»?
2. Какую смысловую нагрузку в безопасности жизнедеятельности несет понятие «критерии комфортности»?
3. Какие основные группы параметров входят в состав общепринятых критериев комфортности?
4. Почему любой критерий комфортности предполагает достижение, по сути дела, компромиссного значения анализируемого параметра?
5. Какие основные виды нормативных документов используются для обеспечения состояния комфортности в жизнедеятельности человека?
6. Почему не потеряли своей актуальности и до сих пор с успехом могут быть использованы в производственной практике нормативные документы (ГОСТы), разработанные еще в 1980-х гг. и призванные регламентировать необходимое качество среды обитания человека?

### ЧЕЛОВЕК И НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕХНОСФЕРЫ

#### 4.1. Требования охраны труда

Рассмотренные в предыдущей главе особенности трудовой деятельности человека являются повсеместными и при правильной организации труда не приносят каких-либо вредных или опасных последствий человеческому организму. Они органично входят в понятие комфортных условий жизнедеятельности и определяют определенные выше критерии комфортности.

Отход от комфортных условий жизнедеятельности, нарушение комфортного состояния человека неприятно, но не является неправомочным, переводя работника, например, в допустимые условия труда, не подвергаящие его здоровье и жизнь явной опасности. В крайнем случае речь идет, как правило, лишь о возможном снижении производительности и, вследствие этого, эффективности трудовой деятельности.

Принципиально другими по своему смыслу являются многочисленные факторы техносферы, являющиеся ее производными, присущими только этой техносфере и в большинстве своем полностью или почти полностью отсутствующие в природе. К сожалению, во многом можно охарактеризовать эти специфические факторы техносферы как резко отрицательные, негативные по своему воздействию на окружающую среду, несущие опасность здоровью и самой жизни человека.

Учитывая реальное существование многочисленных негативных факторов в окружающей техносфере, законодательную базу для защиты человека в процессе выполнения им трудовой деятельности призван обеспечивать разд. X Трудового кодекса Российской Федерации, полностью посвященный охране труда.



В соответствии с указанным разделом Кодекса *охрана труда* рассматривается как «система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия».

Воздействие вредного производственного фактора на человека может привести к заболеванию последнего, а воздействие опасного производственного фактора как более тяжелого по своим последствиям — соответственно к травме работника. В связи с этим важнейшей *целью охраны труда* является обеспечение таких безопасных условий труда человека, при которых «воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов».

Основные направления государственной политики в области охраны труда, среди прочих, включают в себя следующие важнейшие положения:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор за соблюдением требований охраны труда;
- координация работ в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и лечебно-профилактическими средствами за счет работодателей;
- установление компенсаций за тяжелую работу, а также работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустраняемыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также защита интересов пострадавших работников и членов их семей на основе обязательного социального страхования;
- обеспечение функционирования информационной системы охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации «требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда».

В соответствии с требованиями охраны труда обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда работников в первую очередь возлагаются на работодателя, который обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудовании, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников, а также приобретение и выдачу последним за счет собственных средств работодателя специальной одежды, специальной обуви, смывающих и обезвреживающих средств по установленным нормативам;

- недопущение к работе лиц, не прошедших в обязательном установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;

- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;

- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда;

- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

С другой стороны, определенные требования охраны труда предъявляются и к самим работникам, делая их не только объектами, но и активными субъектами обеспечения безопасности трудовой деятельности. В число такого рода обязанностей, подлежащих безусловному выполнению каждым без исключения работником, входят следующие пункты:

- соблюдение требований охраны труда, установленных законом и иными нормативными актами, а также правилами и инструкциями в этой области;

- умение правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты от вредных и (или) опасных факторов;

- обучение безопасным методам и приемам работ, а также действиям по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировка на рабочем месте, проверка знания требований охраны труда;

- немедленное извещение руководства о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае на производстве, об ухудшении своего состояния здоровья или здоровья других работников.

Помимо перечисленных выше требований охраны труда, предъявляемых работодателю и работнику, существует ряд условий, относящихся к соответствию требованиям охраны труда создаваемых производственных объектов и видов продукции, в том числе следующие:

- проекты строительства и реконструкции производственных объектов, а также машины, механизмы и другое производственное оборудование, технологические процессы должны удовлетворять требованиям охраны труда;

- запрещаются строительство, реконструкция, техническое переоснащение производственных объектов, производство и внедрение новой техники, внедрение новых технологий без заключений государственной экспертизы условий труда о соответствии представленных проектов требованиям охраны труда;

- новые или реконструируемые производственные объекты не могут быть приняты в эксплуатацию без заключений органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда;

- запрещаются применение в производстве вредных или опасных веществ, материалов, продукции, товаров, а также оказание услуг, для которых токсикологическая (санитарно-гигиеническая, медико-биологическая) оценка безопасности не проводилась;

- машины, механизмы и другое производственное оборудование, транспортные средства, технологические процессы, материалы и химические вещества, средства индивидуальной и коллективной защиты работников, в том числе иностранного

производства, должны соответствовать требованиям охраны труда, установленным в Российской Федерации, и иметь специальные сертификаты соответствия.

Подытоживая перечисленные выше требования охраны труда, установленные федеральным законодательством, следует отметить следующее:

- во-первых, они предусмотрены в рамках государственной политики по обеспечению безопасности трудовой деятельности человека;

- во-вторых, указанные требования носят обязательный для исполнения характер, а надзор и контроль за выполнением этих требований обеспечивается специальными государственными органами исполнительной власти;

- в-третьих, требования охраны труда в равной мере касаются как работодателя в части необходимых условий их обеспечения, так и работника в части неукоснительного их выполнения;

- в-четвертых, пристальное внимание к выполнению требований охраны труда уделяется для вновь создаваемых сооружений, машин, приборов и другого оборудования последовательно на всех стадиях их жизненного цикла: проектирования, изготовления, сдачи в эксплуатацию и самой эксплуатации (консервации, применения и т.д.), поскольку возможный ущерб для здоровья и жизни людей в этом случае может быть велик и чрезвычайно трудно восполним;

- в-пятых, любые услуги и товары, в том числе и зарубежного производства, должны иметь специальные сертификаты соответствия требованиям охраны труда, действующим на территории Российской Федерации.

В целом существующее законодательство отводит требованиям охраны труда важное место в системе мер по обеспечению безопасности жизнедеятельности человека. К сожалению, в нашей стране дисциплина исполнения законов людьми оставляет желать много лучшего, что ведет к частому нарушению требований охраны труда и, как следствие, высокому уровню травматизма.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Чем принципиально отличаются негативные факторы техносферы от критериев комфортности?

2. Как законодательно определяется Трудовым кодексом Российской Федерации понятие «охрана труда»?

3. В чем заключается разница между вредными и опасными факторами производства?
4. Каковы важнейшие направления государственной политики в области охраны труда?
5. Как сформулирован в законе принцип обязательности исполнения требований охраны труда?
6. Каковы основные требования охраны труда, предъявляемые законом для исполнения работодателю?
7. Каковы основные требования охраны труда, предъявляемые законом для исполнения работнику?
8. Каким образом осуществляются надзор и контроль за исполнением требований охраны труда?
9. Каковы юридические и административные последствия неисполнения требований охраны труда?
10. Каковы требования охраны труда по отношению к вновь создаваемым объектам производства, видам продукции и услугам?

## **4.2. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду**

К числу негативных факторов техносферы относятся факторы, являющиеся в большинстве своем следствием существования именно техносферы, вне техносферы обычно не встречающиеся и действующие на человека, как правило, отрицательно. Поэтому и отношение человека к этим факторам техносферы сводится не к поиску комфортного состояния, а к минимизации возможного вреда, наносимого этими факторами человеку, окружающей природе и, как ни странно, самой техносфере.

Справедливости ради следует отметить, что негативные факторы техносферы не являются повсеместными и начинают действовать лишь в том случае, когда от них невозможно полностью избавиться в силу технологической необходимости. По мере разработки новых, более прогрессивных технологий некоторые негативные факторы либо полностью перестают действовать, либо существенно ослабляют свое негативное влияние. Из-за этого научно-технический и технологический прогресс, вызвавший к жизни большинство негативных факторов техносферы, сегодня направлен на ее гуманизацию, создание для человека как можно более приемлемых условий для работы, снижение возможности

профессиональных заболеваний и производственного травматизма, замену человеческого труда автоматизированными и роботизированными комплексами в экстремальных и сверхэкстремальных условиях, обеспечивая в конечном счете повышение безопасности жизнедеятельности самого человека.

Всю совокупность негативных факторов техносферы можно разделить по природе их действия, как минимум, на следующие основные группы параметров:

- *силовые факторы*, связанные с воздействием акустических, вибрационных, ударных и других параметров силового характера на человека и объекты окружающей среды, либо факторов, приводящих к возможности такого силового воздействия, как, например, в случае с перепадом давления в объектах техносферы;

- *электромагнитные факторы*, охватывающие весь спектр электрических и магнитных явлений, включая высоковольтные напряжения, сверхвысокочастотные (СВЧ) и лазерные воздействия, а также другие виды электромагнитного излучения (ЭМИ), в их раздельном или совместном негативном влиянии на человека и объекты окружающей среды;

- *ионизирующие (радиационные) факторы*, связанные с радиоактивностью достаточно большой группы химических элементов и изотопов, а также с экспериментами и работами, в ходе которых используются частицы высоких энергий, идентичные по своему воздействию на человека и объекты окружающей среды влиянию радиоактивности;

- *химические и загрязняющие факторы*, обусловленные негативными химическими и механическими воздействиями на человека и объекты окружающей среды большой группы вредных и опасных веществ и соединений, вынужденно используемых в современном производстве и требующих строгого ограничения их предельных концентраций, а также суммарного количества в выбросах и сбросах действующих предприятий.

Еще одну, самую сложную по своим комплексным воздействиям группу составляют *пожаровзрывоопасные факторы*, способные включать в различных сочетаниях большинство из представленных выше негативных факторов.

Рассмотрим подробно каждую из перечисленных групп негативных факторов техносферы, обращая особое внимание на источники их возникновения и последствия их негативного воздействия.

### 4.2.1. Силовые факторы техносферы

Итак, к числу основных негативных силовых факторов техносферы относятся прежде всего *акустические параметры*, в том числе слышимый шум во всех его проявлениях, сопровождающий работу всевозможных строительных машин и механизмов, различных видов производственного и технологического оборудования, мощных кузнечно-прессовых станков и штамповочных станков, клепального и отбойного инструмента, испытательных огневых стендов, взлетно-посадочных самолетных комплексов и ракетных стартов. Можно уверенно утверждать, что, помимо негативного силового воздействия шума на органы слуха человека и животных, шум большой мощности и низкой частоты (так называемый инфразвук) наносит огромный вред всему живому организму в целом и может вызвать существенное нарушение работы его отдельных внутренних органов в случае совпадения с их резонансными частотами. По той же причине возможно прекращение функционирования и даже разрушение точных приборов, систем и механизмов, входящих в структуру самой техносферы. Мощные высокочастотные колебания (так называемый ультразвук), характерные для работы подводных эхолотов морских судов, могут также негативно действовать на биосферу, приводя к гибели дельфинов и китов.

Другим часто встречающимся негативным силовым фактором техносферы являются *вибрационные воздействия*, характерные для работы многочисленных эксцентриковых или просто неуравновешенных и разбалансированных механизмов, отбойных молотков, вибрационных испытательных стендов. Вибрация проявляет свое разрушительное влияние на структуру любых организмов, систем, строений и материалов. В зависимости от частоты вибрационных колебаний могут наступить резонансные явления, обусловленные совпадением частоты вибраций с собственной частотой систем и приводящие с течением времени к неизбежному разрушению этих систем.

Примером такого рода резонансного воздействия служит явление так называемого «флаттера» в авиации, когда на скоростях, близких к предельным значениям, в несущей конструкции летательного аппарата под действием нарастающего аэродинамического потока развиваются стремительно увеличивающиеся по амплитуде вибрационные колебания, приводящие к разрушению самолета прямо в воздухе. Вообще, негативное воздействие вибрации на любые материалы проявляется в ослаблении межмоле-

кулярных связей и, как следствие, последующем образовании в структуре материала микротрещин, перерастающих с течением времени в макроразрушения конструкции. Именно таким образом реагируют на длительные вибрационные воздействия строительные сооружения и промышленные здания, элементы которых постепенно просто разваливаются. Длительная работа человека с источниками вибрационных колебаний, например с отбойным молотком при разрушении грунта, ведет к развитию часто встречающегося профессионального заболевания — вибрационной болезни.

Еще одним проявлением негативных силовых факторов могут служить *ударные воздействия*, наблюдаемые в результате импульсного, сосредоточенного приложения механической энергии в распространенных технологических процессах забивания, заклепывания, кузнечной обработки, пробивания отверстий пробойником или перфоратором. Ударные воздействия чрезвычайно вредно отражаются на окружающей среде, вызывая в ней распространение своеобразных ударных волн, которые при большой мощности энергетического воздействия могут приводить к разрушению материалов, образованию микротрещин, выходу из строя систем.

Весьма показательны в этом смысле так называемые гидравлические удары, образующиеся в несжимаемых рабочих жидкостях при резком изменении скорости потока и повышении давления в гидросистемах, например в результате внезапного срабатывания гидравлических задвижек или клапанов при перекрытии трубопровода. В результате таких ударных жидкостных воздействий могут произойти разрушения трубопроводов и других элементов гидросистемы, ее разгерметизация и выход из строя.

Еще одним примером негативного влияния ударных воздействий может быть срабатывание при запуске ракет ускорителей, включение которых воспринимаются конструкцией и полезной нагрузкой (грузом) летательного аппарата именно как удары со всеми вытекающими из этого последствиями в виде повышения рисков возможных отказов оборудования и разрушения материалов. Подобные ударные воздействия на человека, находящегося на борту летательного аппарата, особенно при срабатывании систем катапультирования, могут привести к серьезным травмам.

Наконец, нельзя не упомянуть еще об одном распространенном виде ударных воздействий в техносфере, связанных со стол-



кновениями автомобилей. Огромное количество такого рода дорожно-транспортных происшествий, особенно в нашей стране, где на дорогах царит правовой нигилизм и полное пренебрежение правилами дорожного движения со стороны значительной части водителей, приводит не только к поврежденным и искореженным автомобилям, но и гибели более 35 тыс. наших соотечественников в год, а число получивших «всего лишь» травму или увечье в результате ударных воздействий (сотрясение головного мозга, переломы конечностей и ребер грудной клетки, состояние шока и психического потрясения) примерно в десять раз больше.

#### 4.2.2. Электромагнитные факторы техносферы

Вторая группа негативных факторов техносферы, которая условно обозначена как *электромагнитные факторы*, включает в себя достаточно большое количество самых разнообразных воздействий, так или иначе связанных с использованием электричества и магнетизма. Прежде всего к числу таких факторов относятся *электрические воздействия*, связанные с повсеместным использованием электросетей и электрооборудования. Желание проектировщиков сократить неизбежные потери электроэнергии при ее передаче от мест производства к местам потребления на большие расстояния заставляют использовать высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП), уровень напряжений которых при длине линии менее 1000 км составляет до 750 кВ (при большей длине — до 1150 кВ), а при кабельной линии — до 500 кВ.

При нормальной работе линий электропередачи негативные воздействия могут исходить от воздушных ЛЭП, высоковольтные провода которых являются источниками мощного электромагнитного излучения, приводящего к ионизации воздуха и появлению наведенных электрических зарядов, вредных для чувствительной аппаратуры и самого человека. Поэтому воздушные ЛЭП прокладываются в специальных полосах отчуждения и любая хозяйственная деятельность, а тем более организация каких-либо поселений в зоне их действия запрещены.

Негативные последствия сопровождают обрыв воздушных ЛЭП под тяжестью обледенения, обрушение их опор вследствие ураганного ветра или землетрясения, случайное повреждение кабельных ЛЭП при проведении буровых или экскаваторных работ. До момента аварийного отключения таких высоковольтных линий они могут стать источником серьезной потенци-

альной опасности, особенно в случае соприкосновения с грунтом. На человека, приближающегося к лежащим на земле обрывам неотключенных высоковольтных проводов, действует так называемое *шаговое напряжение*, которое может представлять собой реальную опасность для здоровья и жизни. Являющееся источником такой опасности радиальное падение напряжения вокруг места контакта провода с грунтом возникает из-за электрического сопротивления самого грунта, а действующая на человека разность потенциалов оказывается тем большей, чем шире шаг приближающегося к источнику высокого напряжения человека.

Опасными являются замыкания любого электрооборудования на металлические корпусные элементы этого оборудования из-за пробоя или другого повреждения электроизоляции токоведущих проводов.

Особую опасность в этом смысле представляют собой транспортные средства с электроприводом, прежде всего троллейбусы, электроизоляцию которых от грунта обеспечивают резиновые покрышки колес. В случае замыкания токоведущих проводов на металлические корпусные детали они становятся для входящих или выходящих пассажиров источником электроряда. Автору этих строк самому доводилось встречаться на московских улицах с такими находящимися под напряжением неисправными электротранспортными средствами, тем не менее перевозящими людей, для которых плата за проезд превращалась еще и в плату за своеобразный «аттракцион с электрошоком» при входе и выходе, когда человек вынужден одновременно находиться в контакте с землей и металлическими корпусными деталями троллейбуса (поручнями, ступенями, створками дверей).

Любые неисправности электропроводки, электрических розеток, перегрузка электрических сетей с последующим их аварийным отключением, выходом из строя или даже возгоранием представляют опасность для человека и чувствительных электроприборов, компьютерной техники. Даже замена перегоревшей электрической лампочки, производимая при неотключенной электросети, может стать причиной травмы человека.

Отсутствие специальных аккумуляторных силовых устройств аварийной поддержки электропитания компьютеров может привести при внезапном отключении напряжения к выходу из строя жесткого диска и возможной потере важной компьютерной информации, программного обеспечения.

Известны случаи массового отключения электропитания целых городов и значительных территорий государств, вызванные перегрузкой отдельных участков электросетей, срабатыванием защитных устройств и быстрым развитием электроаварий, на устранение которых затем уходили недели.

Одна из первых подобных аварий в масштабе целой страны произошла в США в ноябре 1959 г., когда в вечернее время из-за перегрузки и автоматического отключения одной из периферийных электростанций началось стремительное распространение отказов электросетей почти по всей территории страны, и за 8 мин ее электроэнергетика оказалась полностью пораженной. Люди оказались на долгие часы заблокированными в лифтах высотных зданий, подземных станциях и поездах метрополитена. Началась паника среди населения, поскольку угроза ядерной войны в то время казалась вполне реальной, и темное время суток усугубляло у людей чувство опасности сложившейся ситуации. В целом на полное устранение последствий этой техногенной катастрофы ушло около трех недель, и в дальнейшем руководством страны были предприняты меры по структурной модернизации всей электроэнергетики Соединенных Штатов Америки.

Уже в начале XXI в. подобные массовые автоматические отключения электроэнергии снова произошли в США и в ряде стран Западной Европы. Везде исходным моментом таких аварий служила перегрузка отдельных участков единой энергосистемы, быстро распространявшаяся в вечерние «часы пик» на большей части территории того или иного государства. Особо следует подчеркнуть, что подобные техногенные катастрофы могут возникать в отсутствие природных стихийных бедствий.

К числу негативных электромагнитных факторов следует отнести также воздействия, сопровождающие большинство видов электросварки, являющейся одним из весьма распространенных способов создания неразъемных соединений металлических деталей с обязательным расплавлением места их контакта. В зависимости от особенностей технологического процесса необходимая температура плавления металлов достигается по-разному.

Достаточно широко распространена электродуговая сварка, при которой плавление металла осуществляется с помощью электрической дуги, представляющей собой высокотемпературную плазму. При этом, несмотря на сравнительно низкие значения напряжения

используемого электропитания, относительную опасность для человека представляют большие величины электрического тока в месте плавления, температура рабочей зоны, чрезвычайно высокая яркость электрической дуги, а также те газовые выделения и брызги расплавленного жидкого металла, которые образуются при его плавлении в зоне электросварки. Иначе говоря, при реализации данного типа технологического процесса на человека, саму техносферу и окружающую природную среду действует целый «букет» негативных факторов. В случае электронно-лучевой сварки, которая проводится только в условиях вакуумной камеры, добавляется и высокое электрическое напряжение, достигающее в установках типа ЭЛУ значений 20 кВ и больше. Указанные обстоятельства делают оправданными усилия по автоматизации сварочных работ, хотя полностью исключить ручной труд при их проведении пока не удастся.

Электромагнитные воздействия активно используются в системах радиосвязи, радионаблюдения, радиобнаружения, т.е. везде, где существует потребность в рассеянном или направленном радиоизлучении электромагнитных волн различной частоты и мощности. При этом общим правилом является возрастание негативных воздействий электромагнитных излучений (ЭМИ) с ростом указанных параметров. Особенно ярко проявляются эти воздействия для диапазонов сверхвысоких частот (СВЧ) и крайне высоких частот (КВЧ) соответственно сантиметровых и миллиметровых длин волн электромагнитного поля.

Для организма человека основным следствием высокочастотных ЭМИ является нагрев тканей, причем чем больше частота электромагнитного воздействия, тем больше и уровень инициируемых этим воздействием тепловыделений в организме. Весьма подвержены негативному воздействию ЭМИ зрение, мозг, желудок, почки и многие другие внутренние органы человека. Нарушается работа сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, ухудшаются функции мозга и центральной нервной системы, изменяются обмен веществ и состав крови, снижается биохимическая активность организма. Как следствие, у человека развиваются головные боли и раздражительность, затрудненность дыхания, боли в сердце и аритмия, нарушения сна и функций пищеварения, торможение рефлексов.

Превышение времени и мощности допустимых воздействий на организм ЭМИ, прежде всего СВЧ в диапазоне частот 3—30 ГГц или особенно КВЧ в диапазоне частот 30—300 ГГц, может при-

вести к инвалидности и даже гибели человека. Во избежание этого разработаны специальные нормативы<sup>1</sup>, регламентирующие уровни и время допустимых воздействий ЭМИ на человека, что чрезвычайно важно для обеспечения безопасности труда персонала при организации его работы в составе радиолокационных станций слежения и систем спутниковой связи.

Для сравнения можно отметить, что повсеместно используемые в настоящее время мобильные телефоны сотовой связи имеют установленные стандарты рабочих частот 900 и 1800 МГц (соответственно 0,9 и 1,8 ГГц), что характеризует их как относительно безопасные для человека, учитывая их небольшую мощность и краткое общее время применения в течение дня.

Негативным по своим воздействиям на человека, и прежде всего детей, а также лиц старших возрастных категорий, можно считать чрезмерно длительное использование в течение суток телевизоров, особенно устаревших конструкций, при работе электронно-лучевых трубок которых зрение телезрителей подвергается значительным нагрузкам, ведя к повышенному их утомлению, головным болям, увеличению давления, обострению сердечно-сосудистых заболеваний. Однако долгое непрерывное времяпрепровождение человека в неподвижности перед экраном даже современного телевизора с пониженным уровнем ЭМИ все равно ведет к гиподинамии организма, ослаблению его жизненного тонуса, поверхностному дыханию, застойным эффектам кровообращения.

Достаточно напряженной для человека является работа с современными компьютерными системами, мониторы и дисплеи которых хотя и не являются в настоящее время мощными источниками ЭМИ, однако все же при длительном их использовании несомненно оказывают негативное влияние на зрение пользователя, тем более что последний вынужден находиться в непосредственной близости от рабочего экрана. Повышая быстродействие компьютеров, фирма Intel с 1993 г. начала выпуск процессоров поколения Pentium с тактовой частотой свыше 60 МГц, которая к 2003 г. достигла уже значения 3,006 ГГц и тем самым перешла в разряд СВЧ со всеми вытекающими негативными последствиями для здоровья человека. Тем более что, несмотря на предусмотренные конструкцией современных процессоров мощные

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.006—84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

защитные свойства их корпусов, некоторые, особенно молодые, пользователи, нарушая все правила, работают с частично или полностью снятым кожухом процессора и, как следствие, в течение всего времени работы подвергают свой организм опасности негативного влияния СВЧ.

Еще одним источником возможных негативных воздействий на человека является применение квантовых генераторов, работа которых связана с лазерным излучением, которое хотя и не является в чистом виде электромагнитным излучением, однако его удобно рассматривать именно в этой группе воздействий, как обусловленное квантовой природой энергетических импульсов, образующихся при переходах электронов между энергетическими уровнями атомов рабочего вещества. При постоянно растущей мощности такого излучения все более насущными становятся меры по обеспечению безопасности людей, обслуживающих лазерные установки. К числу негативных факторов лазерного излучения следует отнести прежде всего возможность поражения органов зрения человека при неосторожном поведении последнего или случайном отражении лазерного луча. Также возможны серьезные ожоги глубокого поражения при случайном попадании частей человеческого тела в зону действия некоторых видов мощного лазерного излучения. Наконец, негативное воздействие на человека могут оказывать и устройства накачки квантовых генераторов, которые, в случае их недостаточного экранирования от окружающей среды, могут представлять собой опасный источник ЭМИ значительной мощности.

Для рассмотренных выше видов электромагнитных воздействий, а также лазерного излучения характерно одно общее правило, заключающееся в том, что чем выше частота действующего электромагнитного поля, тем большей энергией и проникающей способностью оно обладает по отношению к человеку и объектам природного происхождения или техносферы. С повышением мощности излучения его проникающая способность также возрастает.

#### 4.2.3. Ионизирующие (радиационные) факторы техносферы

Следующей группой рассматриваемых негативных факторов техносферы являются очень опасные *ионизирующие (радиационные) воздействия*, обусловленные процессами ядерных превращений тяжелых химических радиоактивных элементов в основном трансуранового ряда и многочисленных неустойчивых изотопов,

а также приравненные к ним *виды ЭМИ высокой проникаемости*. Под радиоактивностью (от лат. radio — излучаю и activus — деятельный, действенный) понимается самопроизвольное превращение радиоактивных изотопов с выделением ядер гелия, различных элементарных частиц или «жесткого» излучения.

Начиная с открытия радиоактивности в 1896 г. французским физиком А. Беккерелем (1852—1908) при изучении свойств солей урана, список радиоактивных химических элементов и их изотопов стал стремительно расширяться. Усилиями будущих Нобелевских лауреатов П. Кюри (1859—1906) и М. Склодовской-Кюри (1867—1934) в 1898 г., были открыты новые химические радиоактивные элементы полоний и радий. Сегодня в число химических элементов и их изотопов, обладающих свойством естественной или искусственной радиоактивности, дополнительно входят (в порядке возрастания атомного номера в периодической таблице): кобальт, технеций, цезий, прометий, радон, актиний, торий, нептуний, плутоний и др. (всего около 50 естественных и свыше 1000 искусственных радиоактивных изотопов).

В соответствии с существующей классификацией ионизирующие (радиационные) воздействия делятся на следующие основные виды: альфа-излучение, бета-излучение, нейтронное излучение, гамма-излучение, рентгеновское излучение. Первые три вида воздействий носят общее название корпускулярных излучений, а два последних — электромагнитных.

*Альфа-излучение* представляет собой излучение ядер атомов гелия, образованных в ходе ядерных превращений тяжелых изотопов и состоящих из связанных между собой сильным взаимодействием двух протонов и двух нейтронов. Несмотря на сравнительно высокую начальную скорость излучения, достигающую 20 000 км/с, расстояние свободного пробега альфа-частиц в воздухе не превышает нескольких сантиметров, а в водной среде и биологических тканях ограничено десятками микрон. Однако ионизирующая способность такого вида радиационного излучения очень высока и приводит к образованию нескольких тысяч электрически заряженных ионов на каждый сантиметр пробега частиц в воздухе.

*Бета-излучение* образуют легкие элементарные частицы — электроны или позитроны, возникающие при радиоактивном бета-распаде ядер атомов, обусловленном так называемым слабым взаимодействием. Скорость бета-излучения приближается к скорости света (меньше 300 000 км/с), а его действие вызыва-

ет явления ионизации и люменесценции, хотя ионизирующий эффект и выражен существенно меньше, чем для альфа-излучения. Длина пробега бета-частиц не превышает в воздухе 18 м, а в тканях организма — 2,5 см, т.е. проникающая способность бета-излучения сравнительно высока, и достаточной защитой от него может служить, например, лист алюминия толщиной не менее 3,5 мм.

*Нейтронное излучение* образовано тяжелыми частицами — нейтронами, входящими обычно в состав ядер атомов и высвобождающимися в ходе ядерных реакций деления. В зависимости от первоначальной энергии этих частиц различают: медленные нейтроны малых энергий (в том числе и тепловые нейтроны, составляющие основу работы ядерных реакторов); нейтроны промежуточных энергий; быстрые нейтроны высоких энергий.

Начальная скорость движения даже медленных нейтронов достаточно высока и составляет в среднем около 2,2 км/с. Проникающая способность нейтронного излучения значительно больше, чем у рассмотренных бета- и альфа-излучения, составляя около 120 м для воздушной среды и до 10 см для биологических тканей. Высокая энергия нейтронов делает их излучение весьма опасным для живых организмов, приводя к многофакторным повреждениям клеточных структур и нарушению их генетических свойств, развитию злокачественных опухолей и нарастающему изменению состава крови (лейкемии). Именно поэтому рабочие зоны ядерных реакторов, где в основном и используется энергия нейтронов для инициирования ядерного деления и выработки тепла, преобразуемого затем в электрическую энергию, имеют мощную бетонно-свинцовую защитную оболочку, которая призвана задерживать опасные для человека радиационные излучения и создавать возможность нормальной работы обслуживающего персонала атомных электростанций (АЭС). Любые случаи разгерметизации систем теплообмена ядерных реакторов и утечки рабочего вещества становятся предметом пристального рассмотрения специального Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) — International Atomic Energy Agency (IAEA).

Кроме того, при эксплуатации любых видов АЭС необходимо обеспечить безопасное управление ядерным реактором с целью предотвращения развития в нем условий для критического повышения температуры рабочего ядерного топлива или начала в нем такого ядерного деления, которое сопровождается лавино-



образным ростом количества высвобождающейся энергии, что в обоих случаях может повлечь опасное попадание радиоактивных веществ в окружающую среду.

Для иллюстрации приведем два известных случая, связанных с серьезными авариями на АЭС и во многом обусловленных «человеческим фактором», т.е. неправильными действиями операторов в составе обслуживающего персонала атомных станций. Первый из указанных случаев произошел в марте 1979 г. на АЭС «Три-Майл-Айленд» в американском штате Пенсильвания, где в результате частичного выхода из строя системы охлаждения и последующих ошибок операторов был допущен длительный 40-минутный перегрев ядерного топлива с разрушением из-за этого трех барьеров радиоактивной защиты. Последний, четвертый защитный уровень железобетонного корпуса ядерного реактора выдержал аварийные тепловые нагрузки и тем самым предотвратил крупномасштабную экологическую катастрофу.

К сожалению, спустя семь лет, в апреле 1986 г. на территории Украины, входившей в состав Советского Союза, на Чернобыльской АЭС произошла техногенная катастрофа со значительно более трагическими последствиями поистине глобального значения. Разрушенные взрывом ядерный реактор и здание четвертого энергоблока АЭС стали причиной того, что вырвавшаяся в окружающую среду радиоактивность привела к сильнейшему радиоактивному загрязнению близлежащих территорий, прежде всего Белоруссии. В целом, по оценкам экспертов, в результате чернобыльской аварии пострадали в той или иной мере около 2,2 млн человек. Количество детей, рожденных с патологией, и частота заболеваний у них щитовидной железы удвоились, число случаев малокровия увеличилось в 7 раз, а хронических заболеваний дыхательных путей — в 10 раз. Пострадали иммунная, эндокринная, кровеносная системы людей.

Ценой здоровья и жизни многих тысяч ликвидаторов, занимавшихся очистными и восстановительными работами на Чернобыльской АЭС, над поврежденным ядерным реактором был воздвигнут бетонный защитный «саркофаг», внутри которого продолжают ядерные процессы. До сих пор из землепользования выведены значительные территории в зоне радиоактивного заражения. Так что все последствия случившейся аварии Чернобыльской АЭС до конца остаются пока неясными. Одним из нежелательных вариантов развития аварийной ситуации может стать так называемый «китайский синдром», при котором саморазог-

рев остатков ядерного топлива приведет к проплавлению ими основания АЭС, их взаимодействию с грунтовыми водами и образованию радиоактивного пара под давлением.

*Гамма-излучение* является результатом ядерных превращений или взаимодействия элементарных частиц и представляет собой «жесткое» сверхкоротковолновое излучение (с длиной волны менее 0,1 нм), обладающее как корпускулярными свойствами так называемых гамма-квантов, так и свойствами электромагнитного поля с присущей ему световой скоростью распространения в окружающем пространстве, а также чрезвычайно высокой проникающей способностью. Последнее свойство может быть использовано с целью проведения гамма-дефектоскопии, обеспечивающей возможность выявления дефектов структуры вещества, например, при проверке качества сварных соединений в полевых условиях при строительстве нефте- и газопроводов, однако требует от персонала обеспечения специальных мер радиационной безопасности при обращении с источниками гамма-излучения.

Наконец, *рентгеновское излучение*, названное так в честь открывшего его в 1895 г. немецкого физика В.К. Рентгена (1845—1923), хотя и обладает по своим последствиям ионизирующим воздействием, тем не менее представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение, получаемое в рентгеновской трубке — высоковольтном электровакуумном приборе, в котором под действием большой разности напряжения, достигающей 100 кВ и выше, электроны при движении от отрицательно заряженного катода к положительно заряженному аноду ускоряются до высоких скоростей и как бы «выбивают» из анода кванты коротковолнового излучения электромагнитного поля с длиной волны от  $10^{-7}$  до  $10^{-12}$  м. Частично перекрывая область еще более коротковолнового гамма-излучения, рентгеновские лучи также обладают большой проникающей способностью и могут преодолевать стальной лист толщиной 80 мм или легкие сплавы толщиной 250 мм, что позволяет с успехом использовать их в рентгенодефектоскопии, например, для обнаружения дефектов в структуре материала ответственных сварных соединений.

При этом, как и при использовании рентгеновского излучения в медицине для рентгенодиагностики (обнаружения переломов, опухолей и повреждений внутренних органов), необходимо обеспечение безопасности труда обслуживающего персонала, работающего с рентгеновскими аппаратами, от вредных ионизирующих воздействий с помощью специальных систем экранирования и, в случае

их отказа, дополнительной блокировки включения высоковольтного напряжения.

Помимо ионизации окружающей среды рентгеновские лучи вызывают также эффекты люменесценции некоторых веществ и засвечивания фотоэмульсий при изготовлении негативов рентгенограмм.

Завершая тему ионизирующих (радиационных) факторов, следует упомянуть еще о двух чрезвычайно важных для человека и окружающей среды обстоятельствах. Первое из них касается радиоактивных отходов функционирования любых ядерных реакторов, в том числе сравнительно небольших реакторов ядерных подводных лодок. Ограниченные возможности перерабатывающих эти отходы предприятий, таких как известный «Маяк», приводят к вынужденному длительному их хранению, что несомненно представляет собой серьезную потенциальную опасность. Использование так называемых «могильников» ядерных отходов нельзя считать выходом из создавшейся ситуации, поскольку проблема таким образом не решается кардинальным образом, а лишь откладывается, да еще и усугубляется агрессивным воздействием окружающей среды. Звучавшие ранее предложения об отправке ядерных отходов в космос являются теперь, согласно ст. 48 Федерального закона «Об охране окружающей среды», противоправными, в том числе и из-за большого риска аварий ракет-носителей, который в среднем достигает уровня свыше 10%. Ситуация в значительной степени осложняется также принятыми на себя нашей страной международными обязательствами о ввозе в нашу страну зарубежных ядерных отходов, для чего потребовалось внесение Государственной Думой специальных изменений в федеральное законодательство. Представляется, однако, что, несмотря на выгодные сегодня финансовые компенсации, в долгосрочной перспективе такая практика не отвечает национальным интересам страны и будущих поколений.

Второе обстоятельство связано с весьма распространенным негативным воздействием, которое проявляет на человека радиоактивный инертный газ *радон*. Будучи бесцветным тяжелым газом без запаха, радон тем не менее обладает всеми атрибутами радиоактивного элемента и является сопутствующим продуктом распада более тяжелых естественных радиоактивных изотопов, находящихся в земной коре. Попадая в среду обитания человека вместе со строительными материалами, радон может стать нега-

тивным фактором повышения естественного уровня радиации и служить дополнительным источником ухудшения здоровья человека. Поэтому при малейшем подозрении на повышенную радиоактивность окружающей среды необходимо обратиться в одно из специализированных предприятий, которое проведет соответствующее радиационное обследование и даст заключение о действующем уровне естественной радиоактивности. Нормой считается безопасный уровень естественного фона радиоактивности, составляющий в природных условиях около 8—12 мР/ч.

#### 4.2.4. Химические и загрязняющие факторы техносферы

Химические и загрязняющие факторы негативного воздействия техносферы обусловлены вредным воздействием на человека, с одной стороны, многих химических веществ, по необходимости используемых в производственных процессах, а с другой стороны, последствий химического и механического загрязнения окружающей среды в результате такого вредного производства при отсутствии или недостаточной эффективности необходимых мер по нейтрализации и очистке производственных выбросов газовых отходов в окружающую воздушную среду и сбросов жидких отходов в окружающую водную среду.

Природа негативного влияния химических факторов на человека тесно связана с токсическим (отравляющим) действием на организм последнего огромного числа химических веществ и соединений, причем действие это может быть как общеотравляющим, так и избирательным, т.е. действующим только на определенные органы и системы организма. Из более чем 60 тыс. химических веществ, активно используемых в промышленности и сельском хозяйстве, свыше 1300 имеют прямые ограничения безопасного уровня *предельно допустимых концентраций* (ПДК) и еще примерно для 500 химических соединений установлены *ориентировочно безопасные уровни воздействия* (ОБУВ). В качестве базовых нормативных документов с успехом могут использоваться и давно уже существующие в этой области ГОСТы<sup>1</sup>, не утратившие своей актуальности до настоящего времени.

Следует отметить, что в нашей стране, как и во многих других, в отношении вредных воздействий, в том числе химических

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.005—88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

и загрязняющих, действует *пороговый принцип* определения безопасных границ применения того или иного фактора. Согласно этому принципу любое химическое вещество имеет определенный порог вредного воздействия на человека, а подпороговые значения концентраций этого вещества считаются безвредными. Пороговый принцип установления ПДК и ОБУВ имеет приоритет безопасности человека перед подходами технической осуществимости или экономической целесообразности.

Существуют еще несколько базовых правил, к которым следует отнести следующие. Значения ПДК устанавливаются меньшими (обычно в три — десять раз), чем пороговые значения, определяемые на основе натурных экспериментов с использованием четырех разных видов подопытных животных (обычно мышей, крыс, морских свинок, кроликов) с экстраполяцией полученных результатов на человека.

При этом пороговые значения должны учитывать не только появление быстрых и очевидных патологических изменений здоровья, но и возможные отдаленные по времени последствия действия вредных веществ на организм или потомство.

И наконец, ПДК должны быть ориентированы не на самых выносливых членов общества, а на людей с ослабленным здоровьем, что гарантирует универсальный характер действия назначаемых нормативов.

По *степени опасности* для человека различают четыре группы химических веществ: *чрезвычайно токсичные* (чрезвычайно опасные) группы 1, *высокотоксичные* (высокоопасные) группы 2, *умеренно токсичные* (умеренно опасные) группы 3, *малотоксичные* (малоопасные) группы 4.

К первой группе чрезвычайно токсичных веществ относятся бенз(а)пирен, бериллий, карбонил никеля, ртуть, свинец, этилмеркурхлорид (гранозан) и др. Для каждого из указанных химических элементов и соединений максимальное разовое значение ПДК<sub>м</sub> находится на уровне менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>, а для бенз(а)пирена вообще составляет исчезающе малую величину 0,00015 мг/м<sup>3</sup>. Для веществ, проявляющих кумулятивные токсические свойства (ртуть, свинец и т.д.), т.е. накапливающих в организме токсический эффект с течением времени, используются среднесменные значения ПДК<sub>с</sub>, многократно меньшие ПДК<sub>м</sub>.

Во вторую группу высокотоксичных веществ входят хлор, серная кислота, акрилонитрил, серный ангидрид (триоксид серы),

пары меди и др. Значения ПДК<sub>м</sub> данной группы химических веществ в большинстве своем не превышают 1 мг/м<sup>3</sup>.

Третью группу умеренно токсичных веществ составляют, в частности, следующие соединения: диоксид азота, сернистый ангидрид (диоксид серы), метиловый спирт, пары алюминия, аминопласты и др. Для указанных веществ максимальные разовые значения ПДК<sub>м</sub> находятся, как правило, в пределах уровня 5 мг/м<sup>3</sup>.

Наконец, четвертая группа малотоксичных веществ может быть представлена такими соединениями, как, например, оксид углерода, топливный бензин, ацетон и др. Максимальные значения ПДК<sub>м</sub> для данной группы химических веществ могут находиться в достаточно широком диапазоне — от 20 мг/м<sup>3</sup> (СО) до 200 мг/м<sup>3</sup> (ацетон).

При *совместном (комбинированном) действии* на человека различных видов токсичных веществ, в том числе относящихся к разным группам токсичности, возможно проявление ими следующих эффектов:

- *аддитивное действие*, при котором происходит пропорциональное сложение совместного действия на организм человека токсических веществ;

- *потенцированное действие (синергизм)*, когда совместно действующие на человека токсические вещества взаимно усиливают влияние друг друга;

- *антагонистическое действие (антагонизм)*, при котором действующие на человека токсические вещества ослабляют влияние друг друга.

При *независимом действии* на человека нескольких токсических веществ комбинированный их эффект не отличается от изолированного действия каждого с преобладанием эффекта наиболее токсичного соединения.

Более точную количественную оценку приемлемости для человека комбинированного действия нескольких токсичных веществ можно провести с помощью выполнения следующего простого условия:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i K_{кдi}}{ПДК_i} \leq 1,$$

где  $n$  — число комбинированно действующих на человека токсичных веществ;  $K_{кдi}$  — коэффициент комбинированного дей-

ствия для  $i$ -го токсичного вещества;  $C_i$  — реальная концентрация  $i$ -го токсичного вещества; ПДК $_i$  — предельно допустимая концентрация  $i$ -го токсичного вещества.

В данном условии принимается: при аддитивном (пропорциональном) механизме комбинированного действия токсичных веществ  $K_{кдi} = 1$ , при потенцированном (усиливающем) действии токсичных веществ —  $K_{кдi} > 1$ , а при антагонистическом (ослабляющем) их действии —  $K_{кдi} < 1$ .

Кроме рассмотренного комбинированного воздействия токсичных веществ на человека, при котором путь их поступления в организм один и тот же (например, только с воздухом через легкие), различают и так называемое *комплексное воздействие* токсичных веществ, когда пути их поступления в организм различны (например, и с воздухом через легкие, и через кожу рук, и с водой или пищей через желудочно-кишечный тракт, если прием пищи производится на рабочем месте). Вполне возможно также одновременное комбинированное и комплексное воздействие химических соединений на человека, т.е. разные пути проникновения в организм различных по природе токсичных веществ. Результат такого совместного химического воздействия на человека всегда будет очень негативным.

Источником образования различных токсических веществ является промышленное производство металлов и изделий из них. Производство цветных металлов, в том числе меди и алюминия, (пары которых, как уже говорилось, обладают токсическими свойствами), год от года только увеличивается, поскольку чрезвычайно высока потребность в этих металлах общественного хозяйства не только в нашей стране, но и в мире.

Кроме того, источником разнообразных негативных воздействий на человека и окружающую среду является химическое производство веществ, активно используемых в дальнейшем при изготовлении всевозможных пластмасс, красок, клеев и многих других видов продукции.

Особо следует отметить в качестве постоянных источников химического и загрязняющего воздействия целлюлозо-бумажные комбинаты, например в Архангельской области, а также на берегу Байкала, в течение длительного времени представляющие собой реальную угрозу как здоровью жителей, так и состоянию уникальной природной среды, поскольку выбросы и сбросы отходов этих предприятий изредка все же превышают допустимые

уровни химического загрязнения воздуха и воды, несмотря на существующие дорогостоящие очистные сооружения.

Постоянным напоминанием о загрязнении Москвы служит чадающий факел нефтеперегонного завода на юго-востоке города в Капотне. Несмотря на запрещение использовать серосодержащие нефтепродукты, деятельность этого предприятия, как и многих других, подобных ему, расположенных по всей стране, с экологической точки зрения не выдерживает никакой критики.

Поставщиками в атмосферу оксидов серы, азота, углерода являются многочисленные теплоэлектростанции, сжигающие мазут и угли. Выбросы оксидов азота и углерода активно участвуют в образовании *фотохимического смога*. Огромная роль в его образовании и общем загрязнении атмосферы больших городов принадлежит автомобильному транспорту. Несмотря на расширение использования каталитических дожигателей топлива, автомобильные двигатели внутреннего сгорания все равно ежегодно поставляют в атмосферу промышленно развитых стран десятки миллионов тонн оксидов, прежде всего оксида углерода.

Нерегулируемый выброс в атмосферу хлорфторуглеродных соединений (фреонов), используемых в качестве хладагентов холодильных установок и кондиционеров, привел к тому, что в конце 1970-х гг. озоновый слой нашей планеты, расположенный в стратосфере на высоте около 20 км, начал активно разрушаться с образованием *озоновых дыр*, особенно ярко выраженных над полюсами Земли, где толщина этого слоя наименьшая. В результате усилий природозащитных организаций в Монреале в 1987 г. был подписан международный Протокол о снижении промышленно развитыми странами выбросов в атмосферу озоноразрушающих хлорфторуглеродных соединений на 50%. Выполнение требований указанного документа привело к тому, что озоновый слой начал медленно восстанавливаться и при наблюдаемой динамике этого процесса озоновые дыры могут полностью исчезнуть к 2015 г.

Значительное негативное химическое воздействие оказывают производство и использование сельскохозяйственных удобрений, из-за которых ежегодно в мире страдает до 1 млн человек, в основном при употреблении загрязненной воды или пищи. В притоках р. Кубани, например, обнаружено превышение ПДК хлор- и фосфорсодержащих пестицидов в шесть — двенадцать раз. Передозировка внесения удобрений в почву приводит к перемеще-



нию последних с дождевыми и тальными водами в реки, где они накапливаются в донных илистых отложениях, микроорганизмах и водорослях, попадая в дальнейшем через рыбу в организм человека. Кроме того, удобряемые сельскохозяйственные культуры оказываются перенасыщенными химическими веществами, прежде всего нитратами, которые также попадают с пищей на стол человека и затем в его организм.

Значительную роль в ухудшении здоровья и состояния среды обитания человека играют *загрязняющие факторы*. По данным международной Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), негативные факторы ухудшения природной среды объединяют между собой следующие три явления, которые со временем последовательно переходят друг в друга: замусоривание — загрязнение — заражение.

Загрязняющие вещества по своей природе могут образовывать в сочетании с воздухом либо смеси (газовоздушные, паровоздушные), либо аэрозоли (пыль, дым, туман). Загрязняющие аэрозоли представляют собой вредные аэродисперсные системы, состоящие из воздушной или газовой взвеси частиц твердого вещества (в виде пыли), остатков горения (в виде дыма, сажи) и жидкости (в виде тумана).

По размеру образующих частиц пыль делится на крупнодисперсную (с частицами более 50 мкм), среднедисперсную (с частицами 10—50 мкм) и мелкодисперсную (с частицами менее 10 мкм). Дым, как правило, состоит из частиц размером менее 1 мкм. Размер частиц жидкости, образующих туман, находится в диапазоне 0,3—5 мкм.

Основными источниками возникновения аэрозолей в техносфере являются прежде всего угольные шахты и выработки, цементное и коксовое производство, силикат- и кремнийсодержащие материалы, цеха деревообработки, абразивная обработка металлов, производства хлопка и шерсти, прядильные и ткацкие фабрики, зерновые тока и элеваторы, производство и применение распыляемых удобрений, выбросы мусоросжигательных фабрик, строительные пылеобразующие работы, механическая резка камня и плитки, ручная и механизированная сухая уборка улиц, автомобильная езда по сухим проселочным дорогам, пожары на производстве и в жилом секторе, использование дров и газа для приготовления пищи, курение и т.д.

Массированное воздействие аэрозолей на человека, особенно в крупных городах, приводит к высокому риску легочных забо-

леваний, запыленности производственной и бытовой среды обитания, необходимости постоянного контроля уровня чистоты воздуха на производстве, использованию средств защиты и очистки, потребности влажной уборки помещений и улиц.

Попадая в организм человека при дыхании, все виды аэрозолей оказывают на дыхательные пути и легкие так называемое фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек и засорении твердыми частицами чувствительных тканей легких, что ведет к многочисленным видам профессиональных легочных заболеваний, объединяемых в группу пневмокониозов, а также пылевому бронхиту, фиброзу, раку легких.

Помимо чисто механических воздействий указанных аэрозолей на организм человека возможно и усиление их негативного эффекта в случае проявления токсических свойств распыленных в воздухе химических веществ. Именно такими комбинированными негативными свойствами обладают аэрозоли оксида углерода, триоксида хрома, ДДТ, соединений бериллия, мышьяка, свинца, цинка. При этом чем меньше размер частиц аэрозолей (особенно при величине менее 5 мкм), тем сложнее с ними бороться и тем ярче проявляются их токсические эффекты.

Огромную проблему представляют собой в промышленно развитых странах загрязняющие сбросы предприятий в водную среду (реки, озера, морские заливы). Существующие системы очистки промышленных сбросов зачастую не справляются с растущими объемами последних. Сплошь и рядом предприятиями допускаются аварийные сбросы отходов, ведущие, в случае сопутствующего токсического их действия, к настоящим экологическим катастрофам, когда, например, вниз по течению реки от места сброса токсичных промышленных отходов на многие сотни километров гибнут все без исключения виды рыб и других водных обитателей. Недавний подобный инцидент, произошедший на одном из притоков Дуная, привел к настоящему международному скандалу, поскольку эта река протекает по территории большого числа европейских стран.

Еще одним источником загрязнения водной среды являются проливы нефти и нефтепродуктов из потерпевших аварию или затонувших танкеров. Обладая меньшей по сравнению с водой плотностью, нефть образует на поверхности загрязненных ею участков акватории огромные мертвые пространства, губельные для любых попавших в них видов птиц и морских животных.

Перемещаясь вместе с течениями, нефтяные пятна достигают побережья и выносятся прибоем на отмель и берег, приводя их тем самым в полную негодность для жизни прибрежных обитателей, труда и отдыха жителей. В случае попадания таких нефтяных пятен на курортные пляжи, как это уже неоднократно бывало во Франции и Испании, береговая отмель надолго выводится из сферы курортного использования, принося огромные убытки местным властям и предпринимателям.

Причинами подобных экологических нефтяных катастроф является прежде всего экономия многих судовладельцев на ремонте и переоборудовании принадлежащих им танкеров. В итоге морские перевозки нефти осуществляются судами, не имеющими положенной двойной обшивки корпуса, проржавевшими, давно выработавшими свой ресурс и вследствие этого крайне ненадежными. Расплачиваются же за эти безобразия, как всегда, люди и природа, совершенно ни в чем не повинные. Уже после того как происходит очередная экологическая нефтяная катастрофа, предпринимаются героические усилия прибрежных жителей, учащейся молодежи, природоохранных организаций по спасению попавших в нефтяной плен птиц и животных, сбору с береговых отмелей нефтяной грязи, очистке от нее прибрежных сооружений, воды и суши.

На примере подобных экологических катастроф, вызванных техногенными причинами, прослеживаются два очевидных вывода:

- любую катастрофу легче и дешевле предупредить, чем ликвидировать ее последствия;
- за халатность, жадность и разгильдяйство одних людей расплачиваются своими героическими усилиями, здоровьем и жизнью другие люди.

#### 4.2.5. Пожаровзрывоопасные факторы техносферы

Вышеприведенные выводы в полной мере относятся и к *пожаровзрывоопасным факторам*, действующим в техносфере и ставшим в последнее время настоящим бедствием, особенно для нашей страны, где только в Москве уже в новом тысячелетии ежегодно происходит свыше 15 тыс. пожаров (т.е. свыше 40 пожаров ежедневно), в результате которых гибнет более 500 человек и еще столько же оказываются пострадавшими. В целом же по стране ежегодно возникает около 300 тыс. пожаров. По этим трагическим показателям мы прочно удерживаем «пальму

первенства» не только среди стран Западной Европы и США, но и многих менее развитых стран мира.

Вообще *пожаром* принято называть опасный и приносящий материальный ущерб неуправляемый процесс горения на значительной площади его действия. Само *горение* при этом представляет собой быстропротекающий экзотермический (т.е. проходящий с выделением тепла) окислительный процесс физико-химических превращений горючих веществ. По скорости распространения пламени различают дефлаграционное и детонационное горение. Однако при распространении большинства пожаров характерно только дефлаграционное горение, когда скорость движения пламени не превышает нескольких десятков метров в секунду, находясь как правило в диапазоне 0,5—50 м/с. При этом обычно действует комбинированный механизм распространения горения, включающий в себя как тепловое распространение энергии от очага возгорания, так и диффузионное движение частиц горения в еще негорящей окружающей среде. Сам процесс горения в зависимости от условий может сопровождаться образованием пламени или происходить без него (тление).

Для начала процесса горения необходимы три основных компонента: горючее вещество, окислитель, источник зажигания. Наличие всех трех указанных компонентов в комплексе и достаточном количестве создает потенциальную опасность пожара.

Согласно действующему государственному стандарту<sup>1</sup> все вещества и материалы подразделяются по их способности к возгоранию и продолжению процесса горения на следующие три основные категории:

- горючие (сгораемые), способные к самовозгоранию или возгоранию от источника зажигания с продолжением самостоятельного горения без него (в данной группе дополнительно различают легковоспламеняющиеся вещества и материалы, способные возгораться от короткого и малого теплового энергетического воздействия в виде электрической искры, пламени спички, тлеющей сигареты);

- трудногорючие (трудносгораемые), способные возгораться в воздушной среде от источника зажигания, но не способные гореть при его удалении;

- негорючие (несгораемые), не способные гореть в воздушной среде.

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.044—89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Показатели и методы их определения».

В качестве окислителя во время горения обычно выступает кислород воздуха (содержание кислорода в нормальных условиях составляет около 21%). Большинство горючих веществ и материалов прекращают горение, если концентрация кислорода падает до 15—18%, однако такие вещества, как водород, этилен, ацетилен, продолжают гореть даже при концентрации кислорода менее 10%. С другой стороны, окислителями в процессе горения могут выступать также фтор, хлор, бром, йод, оксиды азота и другие вещества.

Помимо воздействия стороннего источника зажигания горение может начаться и под влиянием процесса самовозгорания, при котором в горючем веществе или материале начинаются самопроизвольные экзотермические реакции, ведущие к достижению температуры возгорания и началу горения. По причинам возникновения различают тепловое, микробиологическое и химическое самовозгорание.

*Тепловое самовозгорание* является результатом внешнего нагрева веществ и материалов, способных к выделению при таком нагреве компонентов, начинающих гореть просто от контакта с кислородом воздуха, без какого-либо дополнительного источника зажигания. Именно по такой схеме происходит самовозгорание деревянных конструкций и сооружений при их нагреве, например, близко расположенной металлической печи. При температуре 110°C и выше в древесине начинают протекать экзотермические процессы, ускоряющие дальнейшее повышение температуры, она начинает выделять летучие продукты термического разложения и темнеет. При температуре около 300°C начинается тление поверхности древесины, а при 380—400°C она самовоспламеняется при полном отсутствии источников зажигания.

*Микробиологическое самовозгорание* происходит в результате действия в массе вещества микроорганизмов, жизнедеятельность которых и может вызвать экзотермические реакции, ведущие к началу горения без источника зажигания. Таков результат закладки на хранение плохо просушенного сена (с содержанием влаги выше 17% его массы). Через несколько недель такого хранения условия самовозгорания сена будут вполне сформированными, что не замедлит проявиться в форме пожара. Точно так же действуют термофильные микроорганизмы в травяной или рыбной муке.

*Химическое самовозгорание* связано с взаимодействием и саморазогревом химических соединений, например, в отходах ла-

кокрасочного производства или при проведении лакокрасочных работ с пропиткой ветоши легко воспламеняющимися веществами и началом в ней при контакте с кислородом воздуха и повышенной температуре, спустя некоторое время, экзотермических реакций, неминуемо ведущих к пожару.

Особенно опасны возгорания *газопылевых горючих смесей*, процесс горения которых носит детонационный характер и происходит с огромными скоростями, измеряемыми сотнями метров в секунду. По сути дела, такое горение больше напоминает взрывной процесс, и последствия его бывают не менее разрушительными. В качестве характерных примеров такого рода опасностей можно назвать возгорание угольных газопылевых смесей в шахтах и забоях, а также древесных воздушнопылевых смесей на деревообрабатывающих комбинатах и мебельных фабриках. Минимальную концентрацию горючих пылей, при которой происходит начало их горения от внешнего источника зажигания, называют *нижним концентрационным пределом воспламенения* (НКПВ) и измеряют их содержание в воздухе в процентах. Эта величина равна: для алюминия — 10%, полиэтилена — 12%, полистирола и магнезия — 25%.

Следует особо упомянуть о легкости возгорания многих *горючих жидкостей*, среди которых с точки зрения пожарной опасности выделяются легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), имеющие температуру вспышки менее 61°C. Именно при такой температуре вспышки над поверхностью горючего вещества образуется газовая фракция, способная вспыхнуть от источника зажигания. К числу ЛВЖ относятся бензин, ацетон, этиловый спирт, керосин и некоторые другие.

В целом, основными группами *источников пожарной опасности* могут служить: *термические источники* (открытый огонь с температурой пламени около 800—1200°C, тление, раскаленные поверхности, непотушенные остатки горения — угли, головешки, сигареты); *механические источники* (поверхности трения, тепла сжатия, механическое искрообразование); *самовозгорание* (тепловое, микробиологическое, химическое); *электрические источники* (молнии, искры статических зарядов и коммутации цепей, процесс и продукты сварки, неисправная проводка, перегрузка сети).

Урон, наносимый пожарами, огромен. Ежегодный ущерб, причиняемый пожарами только в одной Москве в течение нескольких последних лет, оценивается более чем в 10 млрд руб.

На людей при пожарах воздействует целый комплекс опасных факторов: высокая температура горения, удушающие газы и токсичные продукты сгорания, задымленность, недостаток кислорода, паника, рушащиеся элементы конструкций, полное отсутствие или невозможность использования запасных путей эвакуации. Особенно тяжелыми являются пожары, возникающие в зданиях большой этажности, когда люди часто оказываются отрезанными огнем от внутренних путей эвакуации и вынуждены пытаться спастись через окна. К числу наиболее крупных городских объектов, серьезно пострадавших от пожаров, несомненно можно отнести гостиницу «Россия» (1977 г.) и Останкинскую телебашню (2000 г.). В последнем случае нанесенный пожаром материальный урон не ограничился лишь выгоревшей аппаратурой телевизионной станции, а затронул и анкерную структуру конструкции уникального сооружения, поскольку около половины несущих тросов оборвались из-за высокой температуры, и возникла угроза опрокидывания всей башни. К счастью, запас ее прочности оказался достаточным для полного восстановления.

*Взрывом* называется импульсное выделение значительного количества энергии с образованием ударной газовой волны, а также продуктов физико-химических превращений и механических разрушений.

Основные действующие требования взрывобезопасности отражены в специальных нормативных документах<sup>1</sup>.

Рассматривая лишь взрывы, вызванные в техносфере неумышленным стечением обстоятельств, отметим, что в качестве возможных причин возникновения взрывов в этом случае могут выступать:

- детонация конденсированных взрывчатых веществ (ВВ) промышленного или военного назначения при нарушении правил обращения с ними, их хранения и транспортировки;
- неконтролируемая утечка с образованием облака высокой концентрации легковоспламеняющегося бытового или другого взрывоопасного газа;
- образование значительного объема взрывоопасной пылевоздушной или пылегазовой смеси высокой концентрации;

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.010—76 «Взрывобезопасность. Общие требования», НПБ 105—95 «Нормы пожарной безопасности», ПБ10-115—96 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

- недопустимо высокий нагрев газового баллона или какого-либо другого герметичного сосуда под внутренним давлением;
- быстрое разрушение вследствие дефекта материала или механического повреждения, объекта или резервуара, находящегося под действием избыточного внутреннего давления газа;
- быстрое смешивание высокотемпературных расплавов твердых веществ с холодными жидкостями.

Последовательно рассматривая указанные причины возникновения взрывов, отметим, что при детонации твердых и жидких конденсированных ВВ скорость ее распространения примерно соответствует скорости звука в таких веществах и составляет при химическом взрыве около 2000—9000 м/с. Такая большая скорость распространения взрывного процесса в объеме ВВ предопределяет возможность их использования в военной и отчасти ракетной технике. При этом следует отметить, что уже начавшийся процесс детонации ВВ остановить невозможно.

Возможно мирное использование зарядов ВВ, например в строительстве для создания методом направленного взрыва различного рода котлованов, траншей, обрушения горных пород, а иногда и сноса ликвидируемых ветхих или ненужных строений.

Использование конденсированных ВВ в составе боевых зарядов боеприпасов военного назначения позволяет выделить несколько основных видов поражающего действия взрывов, выполняемых с помощью таких зарядов:

— бризантное действие, проявляющееся в ближней зоне взрыва в виде дробящего эффекта воздействия продуктов взрывного процесса на объекты;

— фугасное действие, характеризующееся созданием при взрыве огромного избыточного давления на фронте распространяющейся ударной волны и появлением в эпицентре взрыва глубокой воронки;

— осколочное действие, состоящее в поражении объектов окружающей среды твердыми фрагментами разрушенного взрывного устройства и его оболочки (в случае наличия последней);

— термическое действие, вызванное самоускоряющимся экзотермическим процессом химического взрыва с выделением большого количества тепла в окружающую среду и возгоранием находящихся вблизи объектов.

Следует отметить, что при взрывах конденсированных ВВ около 90% образующейся энергии взрыва приходится на долю удар-



ной волны, и только оставшиеся 10% этой энергии расходуется на другие виды воздействий.

Происходящие в последние годы время от времени взрывы воинских складов с боеприпасами свидетельствуют о неудовлетворительном состоянии дел в армии и на флоте с хранением ВВ и обращением с ними.

Согласно существующей до сих пор в Нормам пожарной безопасности (НПБ 105—95) классификации помещений и зданий наиболее критичными с точки зрения пожаровзрывоопасности являются сооружения категорий «А» и «Б». К первой и наиболее опасной категории «А» относятся помещения, допускающие нахождение в них веществ, способных образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки не более 28°C, а также веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа.

Ко второй категории «Б» относятся помещения, допускающие возможность наличия в них горючих пылей и волокон, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с температурой вспышки более 28°C в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при возгорании которых расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа.

Остальные категории помещений «В1»—«В4», «Г» и «Д» не представляют опасности с точки зрения возможности образования взрыва.

При взрывах газовых смесей в энергию ударной волны может преобразоваться не более 40% всей энергии взрыва, а остальная и наибольшая ее часть в количестве около 60% расходуется на нагрев продуктов реакции. Именно поэтому вслед за разрушительными взрывами газозаполненного объема бытового газа столь часто возникают очаги пожара. Однако, как показывает практика, и меньшей (40%) части образовавшейся при этом взрывной энергии вполне достаточно для разрушения бетонных конструкций нескольких этажей или подъезда многоквартирного жилого дома.

Совсем другая картина распределения энергии наблюдается при взрывах герметично закрытых газовых баллонов. Примерно 60% взрывной энергии расходуется на разрушение металличе-

ского корпуса баллона и придание его осколкам мощной кинетической энергии разлета на десятки и сотни метров. Оставшиеся 40% энергии взрыва идут на формирование ударной волны.

Как уже указывалось, причинами взрыва газового баллона может быть, прежде всего, недопустимый перегрев содержащегося в нем сжатого газа внешними тепловыми источниками, в том числе: солнечным тепловым излучением; расположенными вблизи плитами, печами и другими источниками радиационного нагрева; неизолированными сварочными работами. Кроме того, возможен взрыв газового баллона из-за его механического повреждения или использования оборудования в нештатном режиме работы.

Проведение кислородно-ацетиленовой сварки плавлением связано, как правило, с использованием в ходе ее двух газовых баллонов — с кислородом и ацетиленом. Взрыв кислородного газового баллона возможен из-за попадания в его вентильную систему масел, а взрыв ацетиленового баллона может быть вызван старением пористой массы, где растворяется ацетилен.

Согласно установленным нормативным положениям баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных или растворенных газов изготавливаются различной вместимости: малой (0,4—12 л), средней (20—50 л) и большой (80—500 л). Важную информационную нагрузку несет в себе и цветовая окраска всех газовых баллонов, а также наносимые на каждый баллон цветные надписи с обозначением содержащегося в баллоне газа и часто дополнительные цветные полосы. Так, кислородные баллоны всегда окрашиваются в голубой цвет и снабжаются черной надписью (черной полосой). Ацетиленовые баллоны окрашены в белый цвет и имеют красную надпись (красную полосу).

Напротив, распространенные в домашнем хозяйстве газовые баллоны со сжиженным пропаном (бутаном) всегда окрашены в красный цвет с нанесенной на них белой надписью. Газовые баллоны с негорючими сжатыми газами (азотом, диоксидом углерода, сжатым воздухом) окрашиваются в одинаковый черный цвет с различными цветными надписями (желтыми или белой для сжатого воздуха).

Чрезвычайно важно, чтобы отработанные газовые баллоны были вновь заправлены тем же самым газом, что и раньше. В противном случае находящиеся в баллоне остатки прежнего сжатого газа могут привести к взрыву при их взаимодействии с новым газом.

Недопустимо также переполнение газового баллона сжиженным газом сверх установленной массы или заправка баллона сжатым газом под сверхнормативным давлением. И в том, и в другом случае создаются предпосылки для формирования взрывоопасных условий эксплуатации (хранения, транспортировки, применения) таких газовых баллонов, что может реально привести к их взрыву даже при небольших внешних воздействиях.

По этой же причине штатные испытания газовых баллонов производят при их заполнении жидкостью, а не газом. Несжимаемая жидкость (как правило, обычная вода при температуре не выше 40°C) подается в объект испытаний под давлением, превышающим рабочее давление в 1,25 или 1,5 раза в зависимости от величины этого рабочего давления, и выдерживается при этом давлении определенное время. Даже возможное разрушение объекта испытаний в этом случае не приведет к образованию взрывного процесса и ударной волны, поскольку в любой несжимаемой жидкости совсем отсутствуют условия накопления потенциальной энергии сжатия, характерной для сжатого газа или газовой смеси.

Максимальные значения избыточного давления во фронте ударной волны при взрывах достигают больших величин, а именно:

- для паровоздушных смесей — 100—200 кПа;
- горючих аэрозолей (пылей) — до 700 кПа;
- газоздушных смесей — до 800 кПа;
- газовых баллонов высокого давления — 300—800 кПа.

Убедиться в том, насколько серьезную опасность представляют собой подобные взрывы для человека и окружающей среды можно по следующим опытным данным. Для человека считаются сравнительно безопасными избыточные давления ударной волны, не превышающие всего лишь 10 кПа. Именно при давлениях 5—10 кПа происходит разрушение армированного остекления зданий. При давлении ударной волны 10—20 кПа разрушаются деревянные строения, а при давлении 25—30 кПа — кирпичные. При этих же давлениях человек получает легкие поражения, при давлении 30—60 кПа — средней тяжести, а при 60—100 кПа — тяжелые. При избыточном давлении ударной волны 100—150 кПа разрушаются железобетонные стены.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Чем вызвано использование в техносфере опасных и вредных факторов?

2. Какие основные группы образуют негативные факторы техносферы?

3. В чем проявляется взаимосвязь и взаимообусловленность различных групп негативных факторов техносферы?

4. В чем состоит сходство инфразвуковых, вибрационных и ударных силовых воздействий техносферы?

5. Почему столь большое внимание уделяется вопросам электромагнитной безопасности человека и его среды обитания?

6. Какими процессами в основном обусловлено существование радиационных (ионизирующих) воздействий в техносфере?

7. Какие виды воздействий, являясь по сути электромагнитными, могут быть отнесены к радиационным (ионизирующим) воздействиям и почему?

8. На какие основные группы разделены химические вещества по степени их опасности для человека и окружающей природной среды?

9. В виде каких основных эффектов может проявляться совместное (комбинированное) действие на человека различных токсичных веществ?

10. Каковы возможные источники загрязняющих аэрозолей в техносфере?

11. Что называется пожаром и какие компоненты необходимы для реализации процесса горения?

12. Что называется взрывом и каковы возможные источники его образования в техносфере?

#### **4.3. Физиологическое воздействие на человека опасных и вредных факторов**

Рассмотрев в предыдущем параграфе основные негативные факторы<sup>1</sup> техносферы, обратим теперь внимание на то физиологическое действие, которое они оказывают на человека, и на те допустимые границы воздействия этих факторов, которые если и не обеспечивают комфортное состояние человека, то все-таки дают ему возможность эффективно работать.

При этом из всей совокупности возможных в техносфере негативных факторов особое внимание обратим на наиболее часто встречающиеся и поэтому наиболее актуальные для обычного

<sup>1</sup> ГОСТ 12.0.003—74 «Опасные и вредные производственные факторы».

человека техногенные воздействия, а не редко встречающиеся и интересные лишь специалистам особые виды таких воздействий.

### 4.3.1. Акустические (звуковые) воздействия

Одним из самых распространенных видов физического воздействия на человека является звук, который удобно представлять в большинстве случаев в виде так называемого гармонического (синусоидального) колебания, характеризуемого определенной амплитудой и частотой, или некоторой сложной звуковой смеси, состоящей из суммы такого рода колебаний и математически описываемой разложением в ряд Фурье, предложенный известным французским математиком и физиком Ж.Б.Ж. Фурье (1768—1830).

В обыденной жизни человека присутствие различных звуков в его среде обитания представляет собой нормальное и, как показали специальные исследования в звукоизолирующей сурдокамере, даже необходимое явление. Однако в случае превышения звуком определенных границ интенсивности воздействия на человека он превращается в условиях производства или городской среды обитания в негативный фактор техносферы и характеризуется человеком уже как мешающий, вредный или даже опасный шум<sup>1</sup>.

Скорость распространения звуковых колебаний существенно зависит от плотности среды их распространения, составляя для воздуха 331 м/с, для воды — 1481 м/с и достигая для железа значения 5900 м/с, а для алюминия — даже 6320 м/с.

По отношению к звуковым воздействиям, генерируемым каким-либо источником, следует отметить важную особенность, заключающую в том, что сами звуковые волны и являются формой распространения энергии в окружающем пространстве. Поэтому *интенсивность звука*  $I_{зв}$  характеризуется количеством энергии, переносимой звуковой волной в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной направлению распространения этой волны:

$$I_{зв} = P_{зв}^2 / \rho C_{зв} \quad (4.1)$$

где  $P_{зв}$  — звуковое давление в определенной точке среды;  $\rho$  — плотность среды;  $C_{зв}$  — скорость распространения звука в среде.

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.003—76 «Шум. Общие требования безопасности» (впоследствии ГОСТ 12.1.003—83 с дополнениями 1989 г.).

Используемый параметр *звукового давления* представляет собой разность между текущим полным давлением в точке среды при наличии звука и средним давлением в этой же точке в его отсутствие.

Иначе говоря, звуковое давление характеризует дополнительную энергию, которая появляется в окружающей человека среде вместе со звуковой волной. С точки зрения человека, интенсивность звука настолько велика, насколько велико звуковое давление.

Согласно известному в физиологии закону Вебера — Фехнера, прирост ощущения органов чувств человека, в том числе и слуха, пропорционален логарифму отношения энергий сравниваемых воздействий. Поэтому для характеристики самого шума применяют значения так называемого *уровня интенсивности звука*  $L_{и}$ , измеряемого в децибеллах (дБ):

$$L_{и} = 10 \lg (I_{зв} / I_0), \quad (4.2)$$

где  $I_0$  — интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости человека и равная значению  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> на частоте 1000 Гц.

Поскольку в соответствии с формулой (4.1) интенсивность звука  $I_{зв}$  пропорциональна квадрату звукового давления  $P_{зв}$ , то для характеристики восприятия человеком звуковых воздействий удобнее использовать такой параметр, как *уровень звукового давления*  $L_{д}$ , дБ:

$$L_{д} = 20 \lg (P_{зв} / P_0), \quad (4.3)$$

где  $P_0$  — пороговое звуковое давление, ощущаемое человеком и равное значению  $2 \cdot 10^{-5}$  Па на частоте 1000 Гц.

Переход от уровня интенсивности звука к уровню звукового давления должен учитывать конкретные условия распространения звуковых волн

$$L_{д} = L_{и} + 10 \lg (\rho C_{зв} / \rho_0 C_{зв0}),$$

где  $\rho_0$  и  $C_{зв0}$  — соответственно плотность нормальной среды и скорость распространения звука в нормальной среде (воздух при температуре 20°C и атмосферном давлении  $10^{-5}$  Па).

Если параметры реальной среды соответствуют нормальным, то  $L_{д} = L_{и}$ .

В формулах (4.2) и (4.3) пороговые значения параметров приведены для определенной частоты звуковых колебаний, которая соответствует некоторому усредненному значению частотного диапазона слышимости человека. Указанный диапазон частот, которые различает человеческий слух, находится в пределах от 16 Гц до примерно 20 кГц.

Дополнительно принято разделять диапазон слышимости на следующие области: низкочастотную (16—400 Гц), среднечастотную (400—1000 Гц) и высокочастотную (1000 Гц—20 кГц). При одинаковой интенсивности звуковых волн шум в высокочастотной области воспринимается человеком как более неприятный.

Нормальный уровень шума жилого помещения соответствует значению 30—35 дБ. Речь средней громкости, работа телетайпа или пишущей машинки соответствуют уровню шума 60—65 дБ. Работа металлорежущего станка или дизельного двигателя грузового автомобиля повышают уровень шума до 80—90 дБ. Строительный пневмоперфоратор создает звуковое воздействие на уровне 100 дБ. Работа реактивного двигателя самолета даже на расстоянии 25 м приводит к звуковому давлению на уровне 140 дБ.

Человек с точки зрения воздействия на него шума является достаточно ранимым существом. Ночной шум даже на уровне 40 дБ может привести к бессоннице человека и неврозам. Постоянные шумы в дневное время на уровне 60—70 дБ и выше ведут к развитию раздражительности, рассеянности, сердечно-сосудистых заболеваний, повышению давления и уровня травматизма. При уровне шума 120—130 дБ человек испытывает болевые ощущения органов слуха, что ведет со временем к акустической травме. Шум на уровне 186 дБ приводит к разрыву барабанных перепонок, а при воздействии 196 дБ — к отслоению легочной ткани человека.

Допустимый уровень шумовых помех, не препятствующий нормальному речевому общению людей в рабочем помещении объемом до 500 м<sup>3</sup>, должен быть менее 60 дБ. Предельный уровень производственного шума лишь в течение нескольких часов для незащищенного слуха человека составляет 100 дБ, но при каждодневной длительной работе ведет к развитию у него профессионального заболевания — шумовой глухоты.

Принятые нормативные акты<sup>1</sup> позволяют при их соблюдении обеспечить безопасность трудовой деятельности человека при

<sup>1</sup> Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562—96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий, на территории жилой застройки».

акустических (звуковых) воздействиях в широком частотном диапазоне.

Вне указанных границ диапазона слышимости (16 Гц—20 кГц) человек звуковые колебания не ощущает. При этом частоты колебаний менее 16 Гц носят название *инфразвука*, а свыше 20 кГц — *ультразвука*. К сожалению, тот факт, что слуховые ощущения человека в области инфразвука и ультразвука отсутствуют, вовсе не делает акустические воздействия этих частот совершенно безобидными для человеческого организма.

В частности, существующие нормативы<sup>1</sup> прямо устанавливают определенные ограничения на использование в производстве ультразвуковых частот, поскольку их воздействие на человека может привести к нарушениям деятельности его нервной системы, изменению сосудистого давления и состава крови. Особенно опасны ультразвуковые колебания, передающиеся человеку контактно через руки и приводящие к нарушению капиллярного кровообращения, а также изменению костной и суставной ткани рук.

Инфразвуковые колебания, особенно в интервале 4—12 Гц, также негативно воздействуют на человека, вызывая головные боли, нервные расстройства (ощущение страха), повышенное утомление, снижение остроты зрения, спазмы желудочно-кишечного тракта, вегетососудистую дистонию. Как и все звуковые воздействия<sup>2</sup>, инфразвук также подлежит обязательному нормированию<sup>3</sup> и контролю его уровня на производстве и в быту.

### 4.3.2. Вибрационные воздействия

В целом, представленные выше инфразвуковые воздействия весьма сходны с другим часто встречающимся видом негативных силовых воздействий — *вибрацией*<sup>4</sup>, определяемой как колебательное механическое движение точки или системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений хотя бы одной координаты.

Как и звук, вибрационное воздействие характеризуется *амплитудой* и *частотой колебаний*, а также их *вибрационной ско-*

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.001—75 «Ультразвук. Общие требования безопасности» (впоследствии ГОСТ 12.1.001-89).

<sup>2</sup> Санитарные нормы СН 3223—85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах».

<sup>3</sup> Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.583—96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых общественных помещениях и на территории жилой застройки».

<sup>4</sup> ГОСТ 24346—80 «Вибрация. Термины и определения».



ростью (виброскоростью)  $V_v$  и вибрационным ускорением (виброускорением)  $A_v$ . Возможность изменения параметров вибрационных колебаний в весьма широких пределах заставляет использовать, как и в случае со звуковыми воздействиями, логарифмические характеристики сравнения реально действующих значений вибрации с пороговыми значениями ее ощущения.

Для вибрационной скорости такая характеристика обозначается как *уровень виброскорости*  $L_{вс}$  и измеряется также в децибеллах (дБ):

$$L_{вс} = 20 \lg (V_v / V_{в0}),$$

где  $V_{в0}$  — пороговое значение ощущения человеком вибрационной скорости, принятое международным стандартом как  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

Аналогично подсчитывается и *уровень виброускорений*  $L_{ву}$ , дБ:

$$L_{ву} = 20 \lg (A_v / A_{в0}),$$

где  $A_{в0}$  — пороговое значение ощущения человеком вибрационного ускорения, принятое международным стандартом как  $3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

Весьма важной особенностью восприятия вибрации человеком является то, что сам человек представляет собой с механической точки зрения многозвенную упруго-колебательную систему с достаточно большим числом возможных резонансных частот. Поэтому для человека существует не одна опасная резонансная частота вынужденных колебаний, обусловленных вибрационными воздействиями, а целый спектр резонансных частот, каждая из которых приводит к своим собственным негативным соматическим последствиям. В результате вибрационные патологии стоят на втором месте по частоте их возникновения в списке профессиональных заболеваний (после пылевых легочных болезней).

Характеризуя вибрационные воздействия, разделяют их, во-первых, на общие, т.е. действующие на весь организм человека сразу, и локальные, действие которых ограничивается конечностями или отдельными частями тела; во-вторых, важным для человека оказывается и направление действия вибрации — вертикальное или горизонтальное.

В частности, исследования показали, что человек тяжелее воспринимает общее вертикальное направление вибрации, находясь

в положении сидя с локальным резонансом частот для его головы в диапазоне 20—30 Гц, и горизонтальные вибрационные воздействия — стоя с резонансом частот 1,5—2 Гц. Связано это в том числе с количеством передаваемой при этом человеку энергии от источника вибрационных воздействий и с влиянием различных направлений вибрации на вестибулярный аппарат человека.

Негативное восприятие вибрации человеком начинается уже с частоты около 0,7 Гц и достигает своего общего максимума при частоте примерно 5 Гц. Органы, расположенные в брюшной полости и грудной клетке человека, резонируют при частотах 3—8 Гц. Еще один общий резонанс организма при вертикальных вибрациях наблюдается на частоте 15—20 Гц. Расстройство зрительного восприятия человека наступает при резонансе органов зрения в двух диапазонах частот: 25—40 и 60—90 Гц.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что человек чувствует дискомфорт и нарушения нормального состояния, быстро переходящие в болезненные ощущения, в широком диапазоне вибрационных воздействий на частотах 0,7—90 Гц.

Стремясь избежать явно болезненных и неприятных ощущений от действия вибрации, но будучи не в силах полностью исключить ее воздействие в процессе выполнения трудовой деятельности, человек выбирает менее ощутимые для него рабочие частоты механизмов и машин, располагающиеся вне указанного выше резонансного диапазона, т.е. менее 0,7 Гц или более 90 Гц. Но действие как очень низких, так и высоких частот вибрации даже при всей их незаметности, а часто и привычности оказывается для здоровья человека вредными.

Наиболее тяжелые последствия длительного воздействия вибрации на человеческий организм проявляются в виде распространенного профессионального заболевания — вибрационной болезни. Характерными и самыми критическими для развития данной болезни являются вибрационные частоты в диапазоне значений 30—250 Гц. В процессе заболевания отмечаются изменения сосудов и костно-суставного аппарата конечностей, повышенная чувствительность их к холоду и ноющие боли в них. Спазмы сосудов, вызванные локальной вибрацией, распространяются от кистей рук на предплечья и могут отражаться даже на сосудах сердца.

К общим негативным последствиям вибрационной болезни относятся серьезные нарушения нервной системы и вестибулярного аппарата человека, расстройство координации движений,

развитие головокружения и симптомов укачивания, нарушение зрительной функции и выпадение значительных участков поля зрения в виде их потемнения.

Особенно опасна толчкообразная вибрация большой амплитуды, вызывающая микротравмы внутренних тканей и органов с последующими их реактивными изменениями. Весьма негативно также сказывается на всех обменных процессах человеческого организма низкочастотная вибрация.

Безопасность трудовой деятельности человека при наличии вибрационных воздействий регламентируется специальным нормативным документом<sup>1</sup>, но совершенно исключить вибрации из жизнедеятельности людей, по-видимому, не удастся никогда. Поэтому следует стремиться к всемерному ослаблению их действия как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации техники.

Еще одним важным фактором, влияющим на серьезность последствий влияния вибрационных воздействий, является время работы или нахождения человека в условиях вибрации определенной интенсивности. Очевидно, что, как и для других негативных факторов, увеличение времени действия вибрации определенно ведет и к увеличению тяжести негативных эффектов по отношению к здоровью человека. Особенно это касается вибраций с большими значениями уровней скоростей и ускорений. Общая тенденция при этом такова, что с ростом частоты вибраций амплитуда их колебаний должна быть сокращена, чтобы человек не испытывал болевых ощущений и мог продолжать работать допустимое нормативами время.

### 4.3.3. Электромагнитные воздействия

При рассмотрении группы факторов, имеющих в своей основе электромагнитную природу, следует обратить внимание на повсеместный характер и распространенность их в современном мире.

Прежде всего отметим изредка встречающееся воздействие на человека *электрического статического поля*, возникающего в результате эффекта электризации некоторых видов материалов и приводящего к формированию слабых электрических разрядов при участии самого человека. Подобные разряды хотя и не в состоянии привести к какой-либо электротравме, но могут вызвать

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.012—90 «Вибрационная безопасность. Общие требования».

резкую инстинктивную реакцию человека, связанную с отдергиванием руки или откидыванием тела назад, что может спровоцировать серьезную механическую травму.

С физиологической точки зрения воздействию электростатического поля подвержены нервная и сердечно-сосудистая системы человека. Появляются раздражительность, головные боли, резкие изменения давления.

При наличии высоковольтных источников постоянного тока и образовании вокруг них электростатических полей предельно допустимый уровень их напряженности  $E_{эсд}$  установлен специальными нормативами<sup>1</sup> в 60 кВ/м при нахождении человека в зоне их действия не более 1 ч. При меньшей напряженности  $E_{эс}$  электростатического поля максимальное допустимое время  $t_d$ , ч, нахождения в нем человека без средств специальной защиты определяется следующим образом:

$$t_d = E_{эсд}^2 / E_{эс}^2.$$

Расчеты показывают, что при напряженности электростатического поля менее 20 кВ/м время нахождения в нем человека в течение рабочего дня можно не регламентировать.

Серьезные негативные последствия на здоровье человека может оказать воздействие *постоянного магнитного поля*. Несмотря на то что жизнедеятельность людей проходит в условиях естественного магнитного поля Земли, напряженность которого составляет около 10 А/м, техносфера часто воздействует на человека магнитными полями с напряженностями, на несколько порядков превышающих этот естественный магнитный фон.

Не вызывая у человека субъективных ощущений негативного характера при кратковременном действии, постоянное магнитное поле большой напряженности может при длительном воздействии привести к нарушениям его нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем.

При локальном воздействии магнитного постоянного поля большой напряженности, например, на руки человека, работа-

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.045—84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля», Санитарные нормы СН 6032—91 «Допустимые нормы напряженности электростатических полей и плотности ионного тока для персонала подстанций и ВЛ постоянного тока ультравысокого напряжения».

ющего с постоянными магнитами или монтирующего магнитные системы, развиваются местные вегетативные и трофические нарушения кожного покрова, проявляющиеся в раздражении, синюшности, отечности или ороговелости кожи рук.

Согласно принятым нормативным документам<sup>1</sup> максимально допустимая на производстве напряженность постоянного магнитного поля имеет значение 8 кА/м, что почти в тысячу раз превышает указанный выше естественный магнитный фон нашей планеты. Однако, реальный уровень магнитных полей в производственных условиях может составлять 30 кА/м при работе с электролизерами в алюминиевой промышленности, достигая 40 кА/м на рабочих местах при изготовлении постоянных магнитов (особенно с использованием редкоземельных элементов) и даже уровня 80—200 кА/м при работе с установками ядерного магнитного резонанса. Иначе говоря, нормативно допустимый уровень напряженности постоянного магнитного поля в реальности может быть превышен в 4—25 раз.

Одним из возможных путей сохранения здоровья человека, вынужденно находящегося в зоне действия мощных источников магнитного поля, является жесткое ограничение времени его пребывания в подобных условиях 1,5—2 ч за рабочую смену. Другой путь заключается в использовании специальных замкнутых защитных экранов из магнитомягких материалов, надежно защищающих людей от действия магнитных силовых линий. Особое внимание следует уделять защите рук при работе в магнитном поле.

Существуют специальные нормативные документы<sup>2</sup>, регламентирующие допустимое воздействие отдельно *электрических переменных полей* и отдельно *магнитных переменных полей* промышленной частоты 50 Гц. Однако наиболее сложным является комплексное воздействие на человека *электромагнитного излучения (ЭМИ)* при совместном влиянии периодически меня-

<sup>1</sup> Санитарные нормы СН 1742—77 «Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами».

<sup>2</sup> ГОСТ 12.1.002—84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»; Санитарные нормы СН 3206—85 «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц»; Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.723—98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях».

ющихся электрической и магнитной составляющих. При этом электромагнитное поле как вид физического воздействия обладает по меньшей мере тремя важными особенностями.

Во-первых, сама электромагнитная волна формируется лишь на некотором расстоянии от излучателя электромагнитного поля, причем расстояние это пропорционально длине волны излучения.

Во-вторых, различные частоты спектра электромагнитных колебаний обладают разной проникающей способностью и энергией, которые пропорциональны частоте электромагнитного излучения.

В-третьих, различные диапазоны электромагнитного поля оказывают различное биологическое воздействие на человека.

С учетом указанных особенностей можно утверждать, что электромагнитные воздействия обладают комплексным физиологическим влиянием на здоровье человека и для уверенного обеспечения безопасности последнего требуется скрупулезный учет всех условий его конкретной трудовой деятельности и среды обитания.

Однако общие тенденции обеспечения безопасности и рекомендации существуют и представлены в соответствующих нормативных документах<sup>1</sup> с учетом выделенных частотных диапазонов ЭМИ.

Согласно теории любой источник электромагнитных излучений имеет три зоны формирования электромагнитных волн: ближнюю (зону индукции), промежуточную (зону интерференции) и дальнюю зону. В ближней зоне, где электромагнитная волна еще не сформирована, электрическая и магнитная напряженности поля действуют на человека порознь, независимо друг от друга, что и позволяет для длинноволновых промышленных частот 50 или 400 Гц руководствоваться рекомендациями отдельного рассмотрения электрического и магнитного полей. Радиус  $R_1$  ближней зоны легко может быть определен из соотношения

$$R_1 \leq \lambda / 2\pi,$$

где  $\lambda$  — длина волны электромагнитного излучения.

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.006—84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»; Санитарные нормы СН 5803—91 «Предельно допустимые уровни воздействия ЭМП диапазона частот 10—60 кГц»; Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4/2.1.8.055—96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона».

Учитывая, что длина волн промышленных частот электромагнитного поля исчисляется десятками километров, можно считать радиус их ближней зоны огромным. Напротив, для источников СВЧ-излучения сантиметрового диапазона, где длина электромагнитных волн находится в пределах лишь 1—10 см, ближняя зона пренебрежимо мала.

Дальняя зона распространения ЭМИ характеризуется тем, что электромагнитные волны в ней уже полностью сформированы, и на человека действует уже комплексная плотность энергии электромагнитного поля. Радиус  $R_3$  начала дальней зоны определяется по формуле

$$R_3 \geq 2\pi \lambda.$$

Таким образом, для СВЧ-излучений дальняя зона электромагнитного поля начинается уже в пределах 0,6 м от источника, а для излучений миллиметрового диапазона крайне высоких частот (КВЧ) — и того ближе.

В промежуточной зоне, располагающейся между  $R_1$  и  $R_3$ , на человека одновременно действуют напряженности электрического и магнитного полей, а также плотность энергии формирующейся электромагнитной волны.

Общепринятым в нормативных документах является деление ЭМИ по следующим диапазонам радиочастот:

- 30 — 300 кГц ( $\lambda = 10^4 + 10^3$  м) — низкие частоты (НЧ);
- 300 — 3000 кГц ( $\lambda = 10^3 + 10^2$  м) — средние частоты (СЧ);
- 3 — 30 МГц ( $\lambda = 100 + 10$  м) — высокие частоты (ВЧ);
- 30 — 300 МГц ( $\lambda = 10 + 1$  м) — очень высокие частоты (ОВЧ);
- 300 — 3000 МГц ( $\lambda = 1 + 0,1$  м) — ультравысокие частоты (УВЧ);
- 3 — 30 ГГц ( $\lambda = 10 + 1$  см) — сверхвысокие частоты (СВЧ);
- 30 — 300 ГГц ( $\lambda = 1 + 0,1$  см) — крайне высокие частоты (КВЧ).

Каждый из указанных диапазонов частот считается начинающимся свыше меньшего значения и продолжается до большего значения включительно. Для указанных в скобках диапазонов длин волн — наоборот.

Наиболее высокой биологической активностью обладают электромагнитные воздействия КВЧ и СВЧ диапазонов. Именно ЭМИ этих частот приводят к наиболее тяжелым формам поражения организма человека.

Объяснением высокой энергетической насыщенности высокочастотных излучений является известное из квантовой механики уравнение немецкого физика М. Планка (1858—1947), согласно которому энергия  $E_n$  квантов любого электромагнитного излучения пропорциональна частоте  $\nu$  этого излучения и которое в классической форме записывается следующим образом:

$$E_n = \nu h,$$

где  $h$  — фундаментальная постоянная Планка.

С ростом частоты электромагнитного поля растет и та энергия, которой обладают носители этой энергии, однако биологические ткани по-разному реагируют на поступающую к ним извне энергию разных частот.

В целом, негативное воздействие ЭМИ на человека проявляется сразу по нескольким направлениям. Прежде всего основным физиологическим эффектом такого воздействия является резко неравномерный нагрев тканей организма, причем тем больший, чем значительнее водная составляющая этих тканей, а также пограничных зон, разделяющих ткани различной плотности. Так, для тканей с высоким содержанием воды поглощающая способность энергии примерно в 60 раз выше, чем для тканей с низким содержанием воды. В результате под действием ЭМИ в организме человека возникают значительные внутренние перепады температур.

Особенно чувствительны к такому повышению температуры хрусталик и роговица глаза, мозг, почки, желудок, желчный пузырь, мочевой пузырь, кишечник. Помутнение хрусталика и катаракта, ожоги роговицы глаза являются весьма характерными повреждениями от воздействия СВЧ и КВЧ диапазонов ЭМИ, вызывающих весьма сильный нагрев поверхностных тканей организма, включая кожный покров. При этом высокочастотные ЭМИ сильно влияют и на энергетический уровень внутренних тканей, ведя к их деструкции.

В то же время энергия более низкочастотных колебаний электромагнитного поля, обладая достаточной проникаемостью через ткани организма, в основном вызывает лишь тепловой нагрев глубоко расположенных внутренних органов. Особенно ярко поглощение энергии ЭМИ организмом проявляется на частоте около 70 МГц, являясь своего рода «резонансным» поглощением. Особенно страдают при этом органы со слабо разви-



той сосудистой системой и сравнительно малым кровообращением.

В случае если существующий биологический механизм терморегуляции человека не справляется с отводом генерируемого посредством ЭМИ тепла, то наступает общий перегрев организма. Критическим для организма в этом смысле является значение  $10 \text{ мВт/см}^2$ , которое считается тепловым порогом и при превышении которого человеческий организм уже не может больше осуществлять нормальный теплообмен.

Следует также отметить, что кратковременное воздействие ЭМИ на человека, как правило, не приводит к каким-либо необратимым последствиям здоровья, и в крайнем случае может потребоваться лишь незначительная реабилитация. Другое дело, когда воздействия ЭМИ носят постоянный и долговременный характер. Тогда действительно могут наступить патологические изменения организма, связанные с повреждениями центральной нервной системы (ЦНС), нарушениями эндокринно-обменных процессов, иммунной системы, изменениями мозговой деятельности, сердечно-сосудистой системы, состава крови, выпадением волос, сверхнормативным снижением веса и другими болезненными явлениями, ведущими к различным группам инвалидности. Поэтому основной целью всех существующих нормативов по ограничению вредных воздействий ЭМИ являются охрана здоровья человека и обеспечение его безопасности.

Для достижения указанной цели оценку допустимого воздействия ЭМИ на человека ведут двумя основными методами:

— по значениям интенсивности ЭМИ, которые используются для не подготовленных специальным образом людей;

— по энергетической нагрузке (энергетической экспозиции) ЭМИ, которая основана на интенсивности электромагнитных воздействий и времени действия этих воздействий на специально подготовленных людей.

В первом случае интенсивность ЭМИ для диапазона частот от 30 кГц до 300 МГц оценивается значениями электрической напряженности  $E_3$ , В/м, и магнитной напряженности  $H_M$ , А/м, электромагнитного поля, а для диапазона частот от 300 МГц до 300 ГГц — величиной плотности потока энергии  $U_{ЭМ}$ , Вт/м<sup>2</sup>.

В основу действующего нормирования положен принцип дозирования вредного воздействия ЭМИ с учетом его энергетической нагрузки на организм человека. Энергетическая нагрузка  $E_E$ , (В/м)<sup>2</sup> · ч, создаваемая электрической напряженностью  $E_3$  в

течение определенного времени  $t$  ее действия, подсчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_E = E_3^2 t. \quad (4.4)$$

Для определения энергетической нагрузки  $\mathcal{E}_H$ ,  $(A/m)^2 \cdot ч$ , создаваемой магнитной напряженностью  $H_M$  электромагнитного поля в течение времени ее действия  $t$ , используется аналогичная формула

$$\mathcal{E}_H = H_M^2 t. \quad (4.5)$$

Указанные взаимосвязанные параметры имеют различные предельно допустимые значения для разных диапазонов частот. Так, для диапазона от 30 кГц до 3 МГц —  $E_{ЭПД} = 500 \text{ В/м}$ ,  $H_{МПД} = 50 \text{ А/м}$ ,  $\mathcal{E}_{ЭПД} = 20\,000 \text{ (В/м)}^2 \cdot ч$ ,  $\mathcal{E}_{МПД} = 200 \text{ (А/м)}^2 \cdot ч$ . Такие справочные значения есть и для других частот.

Исходя из указанных предельно допустимых нормативных значений и на основании формул (4.4), (4.5) можно определить либо максимальную интенсивность электрической и магнитной составляющей ЭМИ на рабочих местах в течение стандартного рабочего дня, либо максимальную продолжительность времени пребывания человека на рабочем месте при фиксированной интенсивности воздействия ЭМИ.

В диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц интенсивность ЭМИ обычно характеризуется плотностью потока энергии  $U_{ЭМ}$  электромагнитного поля, определяемой по следующей формуле:

$$U_{ЭМ} = k \mathcal{E}_{УПД} / t, \quad (4.6)$$

где  $\mathcal{E}_{УПД}$  — предельно допустимая энергетическая нагрузка от действия плотности потока энергии ЭМИ, справочно равная  $200 \text{ мкВт/см}^2 \cdot ч$  (или, по-другому,  $2 \text{ Вт/м}^2 \cdot ч$ );  $t$  — время воздействия ЭМИ на человека;  $k$  — коэффициент ослабления действия ЭМИ на человека, равный 1 для излучателей непрерывного действия и 10 для круговых или сканирующих излучателей.

Для фиксированного значения времени стандартного рабочего дня можно определить предельно допустимое значение плотности потока энергии  $U_{ЭМПД}$ . Или, наоборот, зная реальную величину  $U_{ЭМ}$  и используя в качестве основы формулу (4.6), следует определить максимально возможное время пребывания челове-

ка на рабочем месте при воздействии ЭМИ без ущерба для безопасности его здоровья.

Вся логика существующих методов расчета последствий воздействия ЭМИ на человека призвана оградить его от энергетических нагрузок, которые могли бы нанести вред организму. Поэтому, пользуясь приведенными формулами и известными предельно допустимыми безопасными значениями, определяют все остальные соответствующие параметры.

Среди источников электромагнитных воздействий с практической точки зрения значимыми для современного человека являются, по меньшей мере, три вида распространенных бытовых электроприборов: микроволновая печь, сотовый телефон и компьютер. Строго говоря, каждый из этих источников ЭМИ является безопасным при нормальном использовании уже хотя бы потому, что прошел соответствующую сертификацию качества, т.е. адаптирован к действующим в нашей стране стандартам и нормативам, в том числе и специально разработанным<sup>1</sup>. Однако следует обратить внимание на некоторые особенности их характеристик и эксплуатации.

К настоящему времени только в нашей стране насчитывается до 30 млн пользователей мобильной сотовой связи. Появившись в середине 1980-х гг., сотовая телефонная радиосвязь быстро завоевала всеобщую популярность и признание. В 1996 г. Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP) при содействии Всемирной организации здравоохранения (WHO) определены предельные уровни радиочастотных воздействий от сотовых телефонов и констатировано, что проведенными исследованиями не выявлено вредного влияния этих воздействий на здоровье человека. В качестве нормативной базы разработчиками сотовых систем используются действующие международные стандарты<sup>2</sup>.

Приемопередающее радиоустройство сотового телефона в работающем состоянии связано с сетью базовых станций, располагающихся друг от друга на расстоянии 1—15 км и имеющих наи-

<sup>1</sup> Гигиенические нормы ГН 2.1.8/2.2.4.019—94 «Временно допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи».

<sup>2</sup> Евростандарт CENELEC ENV 50166—2; Евростандарт ETS 300 342—1 «Электромагнитная совместимость для цифровой сотовой связи в Европе»; Стандарт ANSI / IEEE C95.1—1992 (США, Азиатско-Тихоокеанский регион).

более часто используемую мощность передатчиков около 40 Вт (максимальные значения не превышают 320 Вт). При этом наибольшая напряженность ЭМИ таких станций составляет для электрического поля 38 В/м, а для магнитного поля — 0,1 А/м. Стандартные частоты сотовой связи, для обеспечения лучшего качества этой связи, постепенно растут и в последнее время достигли уже 1800 МГц (1,8 ГГц), заметно приблизившись к нижней границе частотного диапазона СВЧ, хотя еще и не вторглись в него.

Мощность радиопередатчика сотового телефона обычно находится в пределах 0,2—7 Вт и уменьшается как с ростом используемой рабочей частоты связи, так и по мере расширения сети базовых станций, т.е. с уменьшением среднего расстояния между пользователем и ближайшей к нему базовой станцией сотовой связи. Наиболее неприятным и потенциально опасным фактором сотовой связи остается непосредственная близость работающего радиопередающего устройства сотового телефона к головному мозгу человека. Несмотря на малую мощность излучения такого радиопередатчика, генерируемая им напряженность поля может привести к сбою близко расположенной точной аппаратуры или кардиостимулятора.

Учитывая быстрое убывание напряженности ЭМИ по мере увеличения расстояния от сотового телефона, в последнее время появились системы сотовой связи с использованием малогабаритных наушников и удалением радиопередающего устройства от головы пользователя. Другой путь повышения безопасности человека — это возможное сокращение времени использования сотовой связи без острой необходимости.

Микроволновые кухонные печи, используемые в быту, работают обычно на частоте 2450 МГц (2,45 ГГц), которая также не входит в частотный диапазон СВЧ, хотя и приближается к нему уже совсем вплотную. Особенностью микроволновых печей является то, что само электромагнитное поле является для них внутренним «рабочим инструментом» и не предназначено для внешнего использования. Поэтому существующая изоляция корпуса такой печи вполне достаточна для обеспечения безопасности пользователя от действия ЭМИ при правильной ее эксплуатации. Плотность потока энергии сформированного электромагнитного поля, как правило, не превышает  $10 \text{ Вт/м}^2$  на расстоянии 5 см от корпуса микроволновой печи, так что, пользуясь формулой (4.6), легко подсчитать, что допустимое время безопасного пребыва-

ния пользователя в такой непосредственной близости от работающей электромагнитной системы составляет не более 12 мин в день. Но это время надо провести с работающей микроволновой печью буквально «в обнимку», что вряд ли диктуется реальными условиями приготовления пищи.

Анализируя современные компьютерные системы с точки зрения их безопасности для пользователя, приходится констатировать, что благодаря внедрению жидкокристаллических дисплеев вредное влияние прежних мониторов с электронно-лучевыми трубками, которые и были прежде основным источником ЭМИ в компьютерах, сведены к минимуму. Но даже распространенные ранее электронно-лучевые мониторы формировали вокруг себя электромагнитное поле, которое на рабочем месте оператора имело как по плотности потока энергии, так и по электрической магнитной напряженности значения, далекие от предельно допустимых норм<sup>1</sup>.

Например, в частотном диапазоне 0,02—2 кГц для электронно-лучевого монитора на расстоянии 0,6 м от его экрана электрическая напряженность усредненно имеет значение 150 В/м, а магнитная напряженность — 0,55 А/м. При этом предельно допустимые энергетические нагрузки, создаваемые этими видами напряженности, равны 20 000 и 200 (А/м)<sup>2</sup>·ч соответственно. Используя далее формулы (4.4) и (4.5), несложно подсчитать, что допустимое время непрерывной работы оператора по критерию безопасности электрической и магнитной напряженности от действия мониторов намного превышает длительность нормально-го рабочего дня.

Другое дело, что, как уже указывалось в 4.2, в настоящее время в погоне за быстродействием постоянно возрастают рабочие частоты вновь выпускаемых процессоров современных компьютеров, которые уже достигли опасного уровня в 3066 МГц (3,066 ГГц), войдя в диапазон СВЧ. Учитывая длительный, многочасовой характер работы операторов компьютерных систем, этот факт кажется более чем настораживающим и требует тщательной проверки уровней плотности потока энергии вокруг таких быстродействующих процессоров.

Подытоживая изложенный выше материал, следует отметить, что электромагнитные воздействия на сегодняшний день являют-

<sup>1</sup> СанПиН 2.2.2./2.4.1340—03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ».

ся для человека не только повсеместными, но и постоянными. По сути дела, меняются лишь источники этих воздействий и действующие уровни, но сами ЭМИ присутствуют в жизни людей, особенно городских жителей, всегда. Поэтому, организуя свою жизнедеятельность и стремясь к обеспечению ее безопасности, человек должен внимательно учитывать все негативные факторы электромагнитных воздействий как на рабочем месте, так и при выборе места проживания или отдыха. Время их влияния надо свести к минимуму.

#### 4.3.4. Ионизирующие (радиационные) воздействия

В главе 4.2 уже рассматривались источники и основные виды ионизирующих излучений. Теперь рассмотрим последствия ионизирующих воздействий на человека более подробно.

Основной механизм влияния разнообразных ионизирующих излучений на любые биологические ткани обусловлен высокой энергией ее носителей (элементарных частиц или квантов электромагнитного поля), входящих в состав такого рода излучений. В свою очередь эта высокая энергия радиационных воздействий вызывает два важных вида биологических эффектов.

Первый вид обусловлен прямым попаданием высокоэнергетических элементарных частиц в сложные молекулы ДНК клеточных структур и их повреждением или разрывом. Восстановительная способность организма по отношению к таким повреждениям хотя и существует, но весьма ограничена. Необратимые же повреждения генетических структур ведут, с одной стороны, к серьезным нарушениям нормального хода процессов функционирования и клеточного синтеза самого биологического организма, подвергшегося радиационной «бомбардировке», а с другой стороны, в случае повреждения ДНК половых клеток — к наследственным мутациям его последующих поколений.

Второй вид эффектов, вызываемых в биологических тканях радиационными воздействиями, обусловлен именно ионизирующим характером высокоэнергетических корпускулярных и электромагнитных излучений по отношению к веществам клеточных и межклеточных структур. Прежде всего это относится к соединениям на основе воды, которая подвергается под действием ионизирующих воздействий так называемому *радиолизу*, заключающемуся в образовании радикалов водорода и гидроксильной группы.

В свою очередь образовавшиеся свободные радикалы, обладая высокой химической активностью, не только приводят к форми-

рованию молекул негативных для организма соединений (типа перекиси водорода  $H_2O_2$ ), но и вступают в многочисленные химические реакции с белковыми структурами и ферментами, нарушая весь ход его внутренних биохимических процессов. Как следствие, замедляется или полностью прекращается клеточная активность, изменяются функции и структура систем организма.

Иначе говоря, порожденные ионизирующими воздействиями свободные радикалы вызывают своего рода лавинообразное вовлечение в химические реакции огромного числа биологических молекул, даже не подвергшихся первоначальному негативному действию радиации. И в этом заключается одна из основных важнейших особенностей ее биологического влияния на живые организмы.

Другая важная особенность ионизирующих воздействий связана с фактором времени, который проявляется, во-первых, в количестве радиации, полученной организмом одновременно или за какой-то определенный временной период, а во-вторых, в растянутости негативных последствий для организма таких радиационных воздействий не только на долгие годы, но часто и на всю жизнь человека. В случае передачи организмом измененных биологических признаков по наследству в круговорот отдаленных по времени последствий радиационного влияния оказываются втянутыми и потомки подвергшегося ионизирующему облучению человека.

Таким образом, радиация, наряду с некоторыми видами токсических веществ и вирусных заболеваний, способна воздействовать на генетическую структуру наследственной памяти человека, что делает такие воздействия потенциально опасными и для последующих поколений людей.

Несмотря на различную степень опасности поражения ионизирующими воздействиями различных систем организма, наибольшей чувствительностью по отношению к радиации у человека обладают лимфоидная ткань, костный мозг, гонады (половые железы), органы зрения, слизистые оболочки, кожа, легкие, щитовидная железа, органы пищеварения.

Все макропоследствия радиационных поражений для здоровья человека разделяются клинической медициной на две основные группы:

- детерминированные пороговые эффекты в виде лучевой болезни, лучевых ожогов, лучевой катаракты, лучевого бесплодия и т.д.;

• стохастические беспороговые эффекты в виде злокачественных опухолей, наследственных болезней, лейкоза и т.д.

В первом случае, при острых лучевых поражениях, можно поставить во взаимосвязь количество полученной организмом энергии ионизирующих воздействий и определенный характер возникающего в результате этого заболевания. Во втором случае приходится учитывать лишь вероятность возникновения того или иного последствия для здоровья человека, которое никак не связано с существованием какого-либо порогового значения негативного ионизирующего воздействия.

В последнем случае это означает, что даже незначительные уровни радиации, например естественного характера, могут быть причиной, хотя теоретически и маловероятной, возникновения у человека злокачественных опухолей или наследственных отклонений. И наоборот, значительные уровни ионизирующих воздействий (обязательно допороговых значений) могут, хотя также с малой вероятностью, не повлечь за собой никаких негативных последствий и болезней, что, впрочем, наблюдается довольно редко.

С количественной точки зрения ионизирующие воздействия на организм человека принято оценивать величиной *поглощенной дозы излучения*  $D_{п}$ , соответствующей энергии  $E_{и}$ , которой обладает ионизирующее излучение, проходящее через некоторый объем, и которая передана веществу массой  $m$ , находящемуся в этом объеме:

$$D_{п} = E_{и} / m.$$

Единицей измерения поглощенной дозы излучения, принятой в Международной системе единиц СИ, служит грей (Гр), равный отношению Дж/кг. О значимости этой величины свидетельствует хотя бы тот факт, что острые лучевые поражения могут развиваться даже при однократном облучении всего организма человека ионизирующим гамма-воздействием с поглощенной дозой излучения свыше 0,25 Гр.

При дозах 1,5—2 Гр лучевая болезнь протекает еще без наступления смертельного исхода, но уже при поглощенной дозе излучения 2,5—4 Гр смертельный исход наблюдается в 20% случаев через несколько недель после ионизирующего воздействия на организм человека. Характерными признаками хронической лу-



чевой болезни являются изменения формулы крови, нарушения функций иммунной и нервной систем, подкожные кровоизлияния и поражения кожи, ухудшение зрения. Поглощенная доза излучения более 6 Гр оказывается наверняка смертельной для пораженного радиацией человека без использования специального комплексного лечения.

Особенно опасным является внутреннее радиоактивное облучение, связанное с попаданием внутрь человека радиоактивных веществ вместе с вдыхаемым воздухом или через пищеварительный тракт вместе с водой и пищей. Накопление радиоактивных изотопов йода, радия, стронция, цезия, плутония в тканях организма приводит к их атрофии и росту опухолей.

Для характеристики качества ионизирующего излучения с точки зрения его опасности для человека введена специальная величина, называемая *эквивалентной дозой*  $H_R$ , которая подсчитывается следующим образом:

$$H_R = W_R D_{\text{и}},$$

где  $W_R$  — взвешивающий коэффициент, зависящий от вида ионизирующего воздействия (равен: 1 — для бета- и гамма-излучения; 10 — для протонов и нейтронов с энергией менее 10 МэВ; 20 — для альфа-излучения и осколков тяжелых ядер) и представляющий собой безразмерную величину.

Измеряется эквивалентная доза в специальных единицах, получивших название зиверт (Зв), которая образована теми же основными компонентами, что и рассмотренный выше грей (Гр) — Дж / кг.

Наконец, еще одной довольно часто используемой характеристикой ионизирующих воздействий на человека с учетом отдаленных последствий облучения является *эффективная доза*  $D_3$ , представляющая собой сумму произведений эквивалентной дозы  $H_R$  радиации, полученной за определенное время, на соответствующее значение коэффициента радиочувствительности  $W_{Ti}$  к ней отдельных ( $i$ -тых) органов и тканей:

$$D_3 = \sum H_R \cdot W_{Ti}$$

Значения данного безразмерного коэффициента радиочувствительности для некоторых видов органов и тканей следу-

ющие: гонады — 0,2; костный мозг, легкие, желудок — 0,12; печень, щитовидная железа — 0,05.

Единицей измерения указанной эффективной дозы, так же как и для эквивалентной дозы, является зиверт (Зв). Согласно установленным нормам эффективная доза для персонала, работающего с ионизирующими излучениями, не должна превышать за период трудовой деятельности 1000 мЗв, а для обычного населения за всю жизнь — 70 мЗв.

В качестве нормативных документов по отношению к ионизирующим воздействиям выступают специальные Нормы радиационной безопасности, принятые в 1999 г. (НРБ—99), представляющие собой категорию Санитарных правил<sup>1</sup>.

В указанном документе выделяются следующие основные группы лиц, в той или иной степени подверженных влиянию радиации:

- персонал, непосредственно работающий с техногенными источниками ионизирующих излучений (группа А) или находящийся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);
- все население, включая лиц из числа персонала, вне сферы и условий производственной деятельности.

Для указанных групп потенциально облучаемых людей установлены следующие классы нормативов обеспечения радиационной безопасности:

- пределы доз (ПД) ионизирующих воздействий;
- допустимые уровни, соответствующие основным пределам доз;
- контрольные уровни ионизирующих излучений.

Установлены нормативные пределы на один год: индивидуального риска техногенного радиационного облучения лиц из числа персонала —  $10^{-3}$ ; риска облучения для населения —  $5 \cdot 10^{-5}$ ; пренебрежимого риска облучения —  $10^{-6}$ .

#### 4.3.5. Химические и загрязняющие воздействия

В настоящее время известно и используется в практической деятельности человека огромное количество химических соединений (веществ). По своей функциональной природе выделяют следующие токсические вещества:

<sup>1</sup> Нормы радиационной безопасности НРБ—99 (Санитарные правила СП 2.6.1.758—99).

- промышленные яды производственного назначения (органические растворители, красители, топлива);
- ядохимикаты сельскохозяйственного назначения (средства против сельскохозяйственных вредителей и болезней растений);
- химикаты бытового назначения (средства против грызунов и насекомых, чистящие и дезинфицирующие средства, кислотные пищевые добавки);
- лекарственные препараты медицинского назначения;
- отравляющие вещества (ОВ) военного назначения;
- природные яды растительного и животного происхождения.

Основными путями попадания токсических веществ в организм человека являются легкие, желудочно-кишечный тракт, кожный покров.

По токсикологическому действию на человека выделяют следующие основные эффекты химических и загрязняющих веществ:

- общетоксическое действие (гипоксия, кома, отек мозга, паралич);
- удушающее действие (токсический отек легких);
- нервно-паралитическое действие (бронхоспазмы, судороги, паралич);
- кожно-резобитивное действие (местные воспаления, некрозы, язвы);
- слезоточиво-раздражающее действие (воспаление глаз, кашель, рвота);
- психотическое действие (потеря сознания, нарушение психики);
- сенсibiliзирующее действие (отеки, аллергия, шоковое состояние);
- канцерогенное действие (опухоли, раковые заболевания);
- мутагенное действие (изменения генотипа, новообразования, старение);
- антирепродуктивное действие (бесплодие, дефекты потомства).

Последние три вида проявляемых эффектов токсических воздействий носят отложенный характер и могут обнаруживаться даже спустя многие годы после самого факта интоксикации.

В качестве объектов токсического воздействия ядов в организме человека могут выступать сердце, легкие, нервная система,

печень, кровь, почки, органы зрения, желудочно-кишечный тракт, гаметы, кожа.

Токсические эффекты могут проявляться в виде функциональных и структурных изменений в работе различных систем организма, когда токсичность веществ выражают предельными, пороговыми дозами и концентрациями. В случае гибели организма в результате его интоксикации, степень токсичности химических соединений выражают смертельными (летальными) дозами и концентрациями, которые обозначаются соответственно  $DL$  и  $CL$ . При этом, в зависимости от масштаба смертельных случаев, различают либо минимальные смертельные дозы и концентрации (при единичных случаях гибели живых организмов), либо абсолютно смертельные дозы и концентрации (при полной гибели животных).

Для характеристики токсических свойств веществ часто используются показатели среднесмертельной дозы  $DL_{50}$ , мг/кг (определяет 50% смертность подопытных животных при интоксикации через пищеварительный тракт или через кожный покров) и среднесмертельной концентрации  $CL_{50}$ , мг/м<sup>3</sup> (характеризует 50% смертность живых организмов при вдыхании ими находящихся в воздухе токсинов в течение 2—4 ч).

Обратные значения указанных величин ( $1 / DL_{50}$  и  $1 / CL_{50}$ ) носят название *степени токсичности вещества*, причем меньшие величины самой токсичности какого-либо химического соединения будут свидетельствовать о его высокой степени токсичности и, соответственно, наоборот.

Кроме того, для характеристики опасности токсических веществ также вводятся пороговые значения вредного действия — минимальные дозы или концентрации химических соединений, при которых в живом организме возникают изменения биологических показателей, выходящие за рамки приспособительных реакций, или временно скрытая патология. При единичной интоксикации *порог однократного действия* обозначим, например,  $Lim_1$ , а при многократной (хронической) интоксикации *порог хронического действия* —  $Lim_N$  (в литературе соответственно приняты обозначения  $Lim_{ac}$  и  $Lim_{ch}$ ).

При этом *зона острого (однократного) действия* определяется как отношение среднесмертельной концентрации  $CL_{50}$  (или дозы  $DL_{50}$ ) токсического вещества соответственно к порогу однократного действия концентрации  $Lim_{1C}$  (или дозы  $Lim_{1D}$ ):

$$Z_{1C} = CL_{50} / Lim_{1C};$$

$$Z_{1D} = DL_{50} / Lim_{1D}.$$

Малая величина (протяженность) такой зоны однократного действия свидетельствует о высокой токсичности химического соединения, поскольку в этом случае даже незначительное превышение порога однократного действия может быстро вызвать летальный исход организма.

Показателем опасности длительной интоксикации может служить *зона хронического (многократного) действия*, определяемая как отношение пороговых значений однократного и многократного воздействия на организм концентрации (или дозы) токсического вещества:

$$Z_{NC} = Lim_{1C} / Lim_{NC};$$

$$Z_{ND} = Lim_{1D} / Lim_{ND}.$$

В отличие от рассмотренной выше зоны острого (однократного) действия высокая опасность токсического вещества проявляется в этом случае именно в большой величине (протяженности) зоны хронического (многократного) действия, поскольку отравляющий эффект химического соединения, будучи внешне незаметным, со временем все равно приводит к результату, сравнимому с однократным острым отравлением, но часто уже без надежды на выздоровление, так как многие разрушения в организме, вызванные длительной интоксикацией, накапливаясь, оказываются впоследствии уже необратимыми.

Наконец, как уже указывалось в 4.2.4, с целью уверенного обеспечения безопасности жизнедеятельности человека на практике часто используются нормы так называемой *предельно допустимой концентрации (ПДК)* вредных и опасных веществ в воздухе, гарантирующие сохранение здоровья человека в первую очередь в условиях производства. Подобная гарантия основана прежде всего на том, что значения ПДК выбираются и устанавливаются существенно ниже порога хронического (многократного) действия токсических веществ (обычно в 3—10 раз меньше). Такая разница между указанным пороговым значением и ПДК оценивается, как правило, специальным *коэффициентом запаса  $K_3$* , который легко подсчитывается по следующей простой формуле:

$$K_3 = \text{Lim}_{NC} / \text{ПДК}.$$

Взаимосвязь между ростом уровня концентрации токсического вещества и увеличением эффекта его действия носит гиперболический возрастающий характер, последовательно включая в себя значения ПДК —  $\text{Lim}_{NC}$  —  $\text{Lim}_{1C}$  —  $CL$ .

И если вначале рост концентрации токсинов может почти не ощущаться человеком в пределах действия предельно допустимой концентрации ПДК и коэффициента запаса  $K_3$ , то после прохождения порога хронического действия  $\text{Lim}_{NC}$  и особенно порога однократного действия  $\text{Lim}_{1C}$  указанное влияние приобретает резко возрастающий нелинейный характер, и каждое, даже небольшое увеличение концентрации токсинов ведет к стремительному росту вероятности смертельного исхода для организма при достижении летального предела концентрации  $CL$ .

Объяснение подобной реакции организма на внешние токсические воздействия химических веществ кроется в механизме его физиологических приспособительных реакций на любые негативные факторы среды обитания. Особенность такого приспособления (адаптации) заключается в способности организма изменять параметры своей жизнедеятельности в определенных и часто достаточно широких, но не бесконечных пределах. Поэтому когда эти приспособительные возможности организма оказываются исчерпанными, то дальнейшее повышение интенсивности негативных воздействий довольно быстро ведет к выходу организма из строя и его гибели.

Следует отметить, что подобный приспособительный механизм действует в отношении далеко не всех токсических веществ. Некоторые из них, такие как бенз(а)пирен, настолько не совместимы с процессами жизнедеятельности, что их ПДК измеряется исчезающе малыми величинами. Например, для того же бенз(а)пирена ПДК составляет лишь  $0,00015 \text{ мг/м}^3$ .

По действующим нормативным документам<sup>1</sup> выделяют четыре класса опасности для человека вредных (токсических) веществ:

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.005—88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; Гигиенические нормы ГН 2.2.5.685—96 и ГН 2.1.5.686—98 «Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

- 1-й класс (чрезвычайно опасные) с уровнем ПДК менее  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ;
- 2-й класс (высокоопасные) с уровнем ПДК в диапазоне  $0,1—1,0 \text{ мг/м}^3$ ;
- 3-й класс (умеренно опасные) с уровнем ПДК в диапазоне  $1,1—10 \text{ мг/м}^3$ ;
- 4-й класс (малоопасные) с уровнем ПДК более  $10 \text{ мг/м}^3$ .

Общим для всех приведенных классов опасности является соотношение между среднесмертельной концентрацией и ПДК, которое согласно ГОСТ 12.1.007—76 примерно равно

$$CL_{50} / \text{ПДК} \approx 5000.$$

К особенностям действия на человека некоторых токсических веществ можно отнести так называемую *сенсбилизацию*, которая заключается в прогрессирующем развитии в организме острых аллергических реакций на повторные химические воздействия каких-либо определенных соединений. Связано это, по-видимому, с формированием в организме уже при первой же интоксикации значительного количества чужеродных белковых молекул. Поэтому повторная, даже более слабая интоксикация как бы накладывается своим действием на уже подготовленную ранее резко отрицательную реакцию организма, что вызывает у человека быстро прогрессирующее отравление, несоизмеримое по своим последствиям с незначительностью повторного токсического воздействия.

Следствием сенсбилизации является последовательное стремительное ухудшение состояния организма в ответ на, казалось бы, очень небольшие количества токсинов, содержание которых чрезвычайно мало в сравнении с общепринятыми нормами ПДК и предельными дозами. В этом заключается один из чрезвычайно коварных факторов индивидуального воздействия на человека многих веществ, ведущих не только к аллергии как хронической обостренной чувствительности организма на некоторые виды химических соединений, но и к возможному аллергическому шоку, который при отсутствии экстренной специальной медицинской помощи вполне может завершиться летальным исходом.

Наиболее тяжелые последствия острых отравлений возникают, как правило, в результате крупномасштабных техногенных аварий на химических производствах или связанных с химиче-

скими процессами предприятий, подобно крупнейшей из происшедших за последние десятилетия катастрофе в Бхопале (Индия), унесшей жизни многих тысяч людей из числа рабочих и окрестных жителей. Особенностью такого рода острых интоксикаций на производстве почти всегда является их групповой или массовый характер.

Среди профессиональных заболеваний, вызванных хроническими интоксикациями, можно встретить поражения органов дыхания (трахеит, бронхит, пневмосклероз, ринофаринголарингит, перфорация носовой части), анемию, токсический гепатит, нефропатию, токсическое поражение нервной системы (полиневропатия, неврозы, энцефалопатия), поражения глаз (катаракта, конъюнктивиты), токсические поражения костей (остеосклероз, остеопороз), болезни кожи (металлическая и фторопластовая лихорадка, аллергия, новообразования, токсикодермия, экземы), развитие опухолей (легких, печени), лейкозы, поражения желудочно-кишечного тракта (язвы).

Довольно большое место среди профессиональных болезней занимают поражения органов дыхания нетоксическими загрязняющими аэрозолями или воздействиями комбинированного характера: угольной, цементной и каменной пылью, древесными и злаковыми частицами, пылью металлов и пластмасс, дымами и конденсатами. Распространенными результатами таких воздействий являются фиброз, хронический бронхит, пневмокониозы (силикоз, силикатоз, металлокониоз, карбокониоз), биссиноз и многие другие хронические заболевания.

На бытовом уровне в последние годы значительно возросло количество аллергических заболеваний, в том числе вызванных и лекарственными препаратами (антибиотиками, витаминами, сульфаниламидами).

Ежегодно в летний и осенний периоды времени жертвами острых пищевых отравлений, часто с летальным исходом, становятся любители грибов, особенно в Воронежской области и других южных регионах России. Можно назвать несколько основных причин такого рода опасных интоксикаций. Во-первых, аномалии климата в последние годы приводят к опасным изменениям самих грибных плодовых тел, даже, казалось бы, традиционно вполне съедобных разновидностей. Во-вторых, обилие сходных по внешнему виду грибов приводит к тому, что происходит сбор, а затем и употребление в пищу несъедобных или



просто ядовитых сортов ложных опят, сыроежек, свинушек, ложных лисичек и, что особенно прискорбно, смертельно опасных сатанинского гриба и бледной поганки. В-третьих, способность грибов к накоплению опасных и вредных веществ делает их своего рода «аккумуляторами» всех видов негативных выбросов техногенной среды (автомобилей, предприятий), в связи с чем их сбор вблизи автотрасс или промышленных объектов также небезопасен для здоровья.

#### 4.3.6. Пожаровзрывоопасные воздействия

Многочисленные техногенные аварии последнего времени довольно часто сопровождаются пожарами на значительной площади возгорания и взрывами горючих аэрозольных смесей или емкостей либо содержащих горючие вещества, либо находящихся под избыточным давлением.

Тот факт, что только в Москве ежегодно происходят тысячи пожаров и при этом физически страдает около 1000 человек, половина из которых гибнет, заставляет рассматривать пожароопасные воздействия как один из наиболее распространенных и сложных в своей ликвидации факторов современной техносферы. Обращает на себя внимание и огромное процентное соотношение погибших в ходе пожаров людей, при котором из каждых двух пострадавших один человек гибнет, т.е. смертность на пожарах достигает 50% от общего числа пострадавших.

Важной особенностью протекания подавляющего числа пожаров является комплексный характер негативных факторов, действующих на оказавшихся в зоне их распространения людей. К числу основных из этих факторов относятся следующие:

- термические поражения органов дыхания, зрения, кожных покровов;
- химические поражения продуктами сгорания деревянных конструкций, синтетических материалов, пластмасс;
- удушающие поражения из-за снижения количества кислорода, асфиксии;
- электрические поражения оголенными проводами под напряжением;
- механические повреждения от обрушения кровли, верхних этажей, элементов несущих конструкций, антресолей, потолочных светильников;
- компрессионные повреждения от давки при массовой панике или в результате падений с высоты;

• нервные потрясения, шоковые состояния, расстройства сознания.

Весь перечень указанных негативных факторов воздействует на человека в ходе пожара в самых различных сочетаниях, каждое из которых обладает существенными поражающими способностями. Поэтому и шансы на выживание у людей оказываются весьма скромными. К этому надо добавить фактор неожиданности возникновения пожаров, особенно если речь идет о ночном времени и нахождении людей в состоянии внезапного пробуждения от сна. Кроме того, играет роль и высокая скорость распространения пожаров по значительной территории и этажности зданий, особенно старой постройки с присущими им деревянными межэтажными перекрытиями.

Если рассматривать наиболее распространенные практически при всех пожарах термические поражения, то степень их тяжести существенно зависит от уровня теплового воздействия на человека со стороны окружающей сверхэкстремальной среды. При уровне теплового импульса в диапазоне  $80\text{--}160\text{ кДж/м}^2$  у человека наблюдаются сравнительно легкие ожоги 1-й степени (болезненные покраснения кожи). При тепловом воздействии свыше  $160$  и до  $400\text{ кДж/м}^2$  человек получает ожоговые травмы 2-й степени (образование пузырей на кожных покровах). Воздействие теплового импульса энергии в диапазоне  $400\text{--}600\text{ кДж/м}^2$  ведет к ожоговым поражениям 3-й степени (омертвлению верхнего слоя кожи и частичному повреждению росткового слоя). Наконец, при тепловых импульсах свыше  $600\text{ кДж/м}^2$  человек получает ожоги 4-й степени (омертвление или обугливание кожи и поражение глубинных слоев тканей). Термические поражения свыше 25% кожного покрова человека почти наверняка ведут к его гибели. Вообще ожоги являются одним из наиболее болезненных, сложных и длительных в лечении видов травм, оставляющих к тому же даже после удачного своего заживления весьма измененный кожный покров.

Химические и удушающие эффекты проявляются почти всегда совместно и связаны с двумя разнонаправленными процессами: интенсивным сгоранием кислорода в пламени пожара и выделении при этом же сгорании всевозможных токсических веществ (оксида углерода как «угарного газа», продуктов сгорания синтетических наполнителей мягкой мебели, искусственных материалов ковровых покрытий, пластиковой облицовки стен). Следует отметить, что выделяемые при сгорании указанных ма-

териалов токсины относятся часто к наиболее вредным веществам второй или даже первой группам токсичности, представляя тем самым для пользователя большую степень потенциальной опасности, ответственность за которую должен полностью нести производитель этой продукции.

Возможные электрические поражения при пожарах целиком обусловлены необесточенными и лишенными изоляции элементами электропроводки. Кстати, по заключениям экспертов, именно старая и утратившая свои изоляционные свойства электропроводка зачастую и становится истинной причиной возникновения пожаров на производстве, в общественных зданиях и жилых помещениях. Результатами кратковременных электрических поражений человека искровыми разрядами могут стать локальные и достаточно глубокие ожоги, мышечные спазмы, остановка дыхания, потеря сознания. Чрезвычайно важно, чтобы человек не оставался после случайного поражения электрическим током под действием опасного для жизни сетевого напряжения. В противном случае возможна остановка сердца и фактическая гибель человека. Поэтому одним из первых действий спасательных команд на пожарах любой категории сложности безусловно является полное обесточивание объектов возгорания и прекращение подачи к ним газа, воды и отопления.

Механические и компрессионные повреждения людей во время пожара целиком являются следствием действия нескольких случайных факторов, к числу которых относятся ветхость горящего строения, количество и волевые качества попавших в пожар людей, высота распространения пожара над уровнем земли, наличие и возможность использования запасных путей эвакуации, наличие на окнах и балконах решеток и ограждений. К сожалению, как показывает практика, покидание зоны пожара через окна даже при высоте третьего этажа уже оказывается сопряженным с серьезными травмами ног и позвоночника людей, а при большей этажности практически не оставляет им никаких шансов на выживание.

Наконец, нервные потрясения, сопутствующие непосредственному участию человека в любом пожаре, также являются серьезным негативным фактором, способным повлиять на всю дальнейшую его жизнь. Здесь могут сказаться испуг от первоначального известия о пожаре, возникшие вслед за этим паника и поиск путей спасения, потеря близких людей и средств к дальнейшему существованию, различные виды полученных травм. Огромную роль в психологической реабилитации каждого чело-

века, пострадавшего во время пожара, играют участие и поддержка окружающих людей, а также работа специализированных служб психологической помощи.

В целом следует отметить, что любого рода пожары являются для их участников и пострадавших тяжелейшим нравственным и физическим испытанием. И конечно, говоря о последствиях возникновения многочисленных пожаров, необходимо еще раз констатировать, что намного легче и дешевле сделать все зависящее от самих людей, чтобы предупредить возможность любого возгорания, чем впоследствии бороться с бушующим огнем и подсчитывать огромные потери, нанесенные пожарами.

Как уже отмечалось в 4.2.5, взрывные процессы соседствуют по своей сути с пожарами. Разница заключается в поистине космической скорости их протекания да, пожалуй, в еще большем количестве человеческих жертв и масштабе разрушений. Взрывы могут как предшествовать возникновению пожаров, так и быть их следствием. Существующие нормативные документы<sup>1</sup> подробно регламентируют вопросы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности на производстве и в быту.

По своему воздействию на человека взрывы проявляются прежде всего резким перепадом давлений на фронте стремительно распространяющейся ударной волны. Воздействие этой волны в виде давления менее 10 кПа считается вполне безопасным и может только испугать. Избыточное давление фронта волны в диапазоне 10—30 кПа соответствует легкому поражению организма человека и появлению у него слабости, головокружения, «звона» в ушах. При избыточном давлении 30—60 кПа человек получает повреждения средней тяжести, включая возможные компрессионные травмы и контузию головного мозга. Взрывная волна с избыточным давлением на ее фронте 60—100 кПа приводит к тяжелым поражениям человека, травмам и контузиям, ведущим к его инвалидности. Давление взрыва более 100 кПа неизбежно калечит человека, сопровождаясь переломами конечностей, разрывами внутренних органов и часто гибелью.

Как видно из характера возможных повреждений человека при взрывах, в наибольшей степени страдают от ударной волны головной мозг, слух, центральная нервная система, внутренние органы, суставы и позвоночник.

<sup>1</sup> ГОСТ 12.1.004—82 «Пожарная безопасность. Общие требования»; ГОСТ 12.1.010—76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

Кроме ударной волны человек может во время взрыва испытывать импульсные воздействия термического характера, когда появляющийся при объемном возгорании горючих аэрозолей огненный шар, расширяясь в объеме, в течение нескольких секунд или даже мгновений приводит к тепловому поражению организма. При этом в первую очередь страдают органы дыхания, зрение и кожный покров человека. В сочетании с возможной баротравмой от действия взрывной ударной волны указанные ожоговые воздействия еще больше осложняют задачу выживания человека при взрыве.

Дополнительным фактором опасности являются многочисленные осколки металлических конструкций или разрушенных оболочек, образующиеся в большинстве случаев при взрывах в техногенной среде обитания человека и обуславливающие его поражение. Таковы последствия взрывов газовых баллонов, паровых котлов, оболочек взрывчатых веществ. Кинетическая энергия таких осколков обычно достаточна, чтобы нанести человеку повреждения даже на расстоянии нескольких десятков метров.

Одним из примеров обеспечения взрывобезопасности на производстве является планирование пневмоиспытаний на прочность объектов, работающих под давлением. Согласно установленным правилам подобный объект считается взрывобезопасным, если его *энергоемкость*, измеряемая как произведение его внутреннего объема  $V_{вн}$  на давление испытаний  $P_{исп}$ , удовлетворяет следующему условию:

$$V_{вн} P_{исп} < 0,02 \text{ МПа} \cdot \text{м}^3.$$

Невыполнение указанного условия делает необходимым использование в процессе испытаний специальной защитной бронекмеры для обеспечения взрывобезопасности людей из числа испытательного персонала.

В свою очередь величина давления при испытаниях на прочность также выбирается из соображений обеспечения взрывобезопасности объекта и должно удовлетворять одному из двух следующих условий:

$$\text{если } P_{раб} < 0,5 \text{ МПа, то } P_{исп} = 1,5 P_{раб},$$

$$\text{а если } P_{раб} \geq 0,5 \text{ МПа, то } P_{исп} = 1,25 P_{раб},$$

где  $P_{раб}$  — рабочее давление эксплуатации внутри объекта испытаний.

И наконец, при существовании альтернативной возможности выбора рабочего вещества для проведения испытаний на прочность под давлением крупногабаритного объекта всегда целесообразнее из соображений взрывобезопасности выбирать жидкостные, а не газовые испытания, поскольку именно высокое сжатие газа приводит к аккумулярованию его энергии под высоким давлением и образованию взрывной ударной волны при аварийной разгерметизации объекта испытаний. Использование в процессе таких испытаний практически несжимаемой рабочей жидкости позволяет полностью избежать развития взрывного процесса при разгерметизации объекта, что и позволяет обеспечить взрывобезопасность проводимых работ.

#### 4.3.7. Прочие техногенные опасные воздействия

Помимо представленных выше групп опасных воздействий следует упомянуть и о других факторах техносферы, которые в среде обитания человека приобретают характер чрезвычайной опасности. К числу таких опасностей можно отнести следующие: обрушение строительных конструкций и механизмов, аварии подземных теплотрасс, происшествия на метрополитене, аварии морских и воздушных судов, автокатастрофы.

События последнего времени, связанные с обрушением 5000 м<sup>2</sup> кровли крупнейшего в Европе развлекательного аквакомплекса «Трансвааль-парк» на юго-западе Москвы в феврале 2004 г., лишний раз стали свидетельством ущербности подхода к организации сферы жизнедеятельности человека, который условно можно назвать «гигантоманией». Желание войти в Книгу рекордов Гиннеса заставляет проектировщиков создавать огромные по размерам сооружения, которые оказываются весьма уязвимыми в ходе их дальнейшей эксплуатации. Например, срок безаварийной «жизни» упомянутого выше комплекса оказался равным всего полутора годам.

Ненадежность подобных сооружений заложена, по сути дела, в самом обилии несущих строительных элементов и их взаимозависимости друг от друга. Выход из строя хотя бы одного или двух подобных элементов приводит к стремительному разрушению всей или значительной части такой строительной конструкции, которую вполне можно уподобить известному «карточному домику». Самое грустное при этом заключается в том, что огромные размеры подобных сооружений предполагают и большое число людей, оказывающихся в активной зоне техногенной ка-

тастрофы. Тот же развлекательный аквакомплекс «Трансвааль-парк» был рассчитан на одновременное пребывание на его территории примерно до 1000 посетителей. Под обломками обрушившейся кровли оказались около 150 человек, из них значительное число детей младшего и среднего возраста.

Основными видами поражений пострадавших людей стали резаные раны от осколков падающих стекол, черепно-мозговые раны различной степени тяжести, нервные потрясения и переохлаждение из-за длительного нахождения в купальных костюмах на 15-градусном морозе. Общее число погибших в результате этой катастрофы составило около 30 человек.

Кроме самопроизвольного разрушения строительных конструкций готовых зданий, подобные техногенные аварии встречаются и на стадии самого строительства, как это произошло, например, на одной из новостроек Москвы, когда из-за неправильно выполненных фундаментных работ обрушилась часть уже готового, но, к счастью, незаселенного многоэтажного жилого дома. Также по счастливому стечению обстоятельств, обрушение произошло в обеденный перерыв и число пострадавших среди рабочих-строителей оказалось в результате катастрофы минимальным.

Сравнительно редко, но случаются обрушения с большой высоты строительных механизмов: башенных кранов, подвесных строительных люлек. Следует отметить, что, в связи с наметившимся в нашей стране резким увеличением этажности строящихся сооружений и, по-видимому, освоению в ближайшем обозримом будущем новейших технологий строительства высотных зданий, проблема обеспечения безопасности людей при сооружении и эксплуатации таких объектов не просто выходит на первый план, а становится вообще доминирующей. К сожалению, накопленный негативный опыт аварий показывает, что падение с высоты при обрушении строительных лесов или строительных механизмов практически не оставляет человеку никаких шансов на спасение жизни.

В целом на стройках только г. Москвы за период с 2001 г. по 2003 г. погибли 88 человек из числа строителей. И, хотя из года в год наблюдается тенденция к постепенному уменьшению числа погибших (2001 г. — 45 человек, 2002 г. — 23 человека, 2003 г. — 20 человек), считать такое положение дел с безопасностью жизнедеятельности нормальным безусловно нельзя.

Еще один вид опасных техногенных воздействий на человека связан с происходящими время от времени провалами проезжей

части городских улиц и магистралей из-за образования под ними пустот грунта. Связано это, как правило, с разрывами подземных теплотрасс и вымыванием грунта большим количеством воды под слоем асфальта. Довольно быстро происходит обрушение уличного асфальтового покрытия с образованием значительных по площади провалов, часто заполненных водой.

Опасность образования подобных пустот для человека заключается в возможности падения в них, особенно если они образуются на проезжей части и в них проваливается движущийся автомобиль. Другую опасность представляет собой высокая температура водного теплоносителя, достигающая до 60°C и выше. Поэтому попавший в такого рода провал человек рискует помимо механических травм от падения получить еще и водные термические поражения (ожоги). Отсутствие экстренной помощи пострадавшему человеку может привести в этом случае к его быстрой гибели.

Одним из примеров редко встречающихся техногенных аварий может служить обрыв ступенчатой ленты эскалатора на станции глубокого залегания «Авиамоторная» Московского метрополитена в 1982 г. Тогда из-за большой протяженности эскалатора и его загруженности в часы «пик» число человеческих жертв оказалось весьма значительным. Основными видами травм были ушибы, переломы конечностей, разрывы внутренних органов. Особую опасность для людей в первые мгновения развития катастрофы представляли собой работающие внизу машины эскалатора, ставшие причиной гибели нескольких человек.

Сочетание сложных подземных сооружений, высоковольтного оборудования, эскалаторных механизмов и неогороженных путей движения тяжелых электропоездных составов делает метрополитен транспортным комплексом, обладающим, наравне с доступностью и удобством передвижения, также и высокой степенью опасности.

Одна из них, в частности, заключается в том, что при движущемся электропоезде наличие у кабины машиниста выступающего вбок на кронштейне наружного зеркала создает для слишком близко подошедших к краю платформы людей возможность нанесения им черепно-мозговой травмы.

Существенное место в жизнедеятельности человека занимают путешествия на большие расстояния, связанные с использованием воздушного, морского или железнодорожного транспорта. Оставляя в стороне вопросы износа техники, из-за которого про-



исходит значительная часть отказов, обратим внимание на изредка встречающиеся случаи столкновений морских и воздушных судов, железнодорожных составов. Как показывает анализ таких катастроф, основной их причиной является нескоординированность действий лиц, непосредственно управляющих транспортными средствами. Реже встречаются сбои автоматики или отказы систем управления.

По скорости развития катастроф на первом месте, без сомнения, находятся авиационные транспортные средства, для которых время принятия решений пилотами о совершении маневра расхождения измеряется секундами. Катастрофа в 2002 г. российского пассажирского лайнера, столкнувшегося с американским транспортным самолетом в небе над Германией, была вызвана ошибкой швейцарской диспетчерской службы «Скайгайд», перепутавшей эшелоны движения воздушных судов и давшей неверные рекомендации по их взаимному расхождению. И хотя, как установлено следствием, бортовые автоматические измерительные приборы давали истинные показания, существующий приоритет рекомендаций наземных служб привел к техногенной катастрофе и погибли свыше 70 человек.

Вообще с точки зрения риска для пассажиров воздушный транспорт является наиболее уязвимым, так как выход из строя двигательных установок, выработка запаса топлива, поломки в системе рулевого управления, невыход в рабочее положение шасси и множество других причин сразу ведут к состоянию катастрофы и почти верной гибели всех находящихся на борту людей, минуя все промежуточные фазы частичных отказов.

В этом отношении положение людей, находящихся на морских судах, выглядит достаточно безопасным, однако и здесь существуют свои нюансы техногенных опасностей. Дело в том, что в отличие от воздушного флота все морские и речные надводные суда перемещаются как бы в одной плоскости, и это обстоятельство существенно повышает риск их столкновений, несмотря на кажущуюся пустынную и бескрайность морской поверхности. На самом деле многие оживленные морские трассы заставляют соблюдать особые меры предосторожности для обеспечения безопасности судоходства. Особенно это касается акваторий крупных портов, проливов и судоходных каналов. Несмотря на сравнительную тихоходность морских и речных судов большого водоизмещения, они обладают, как правило, огромной массой, а следовательно и соответствующей инерционностью. Поэтому,

для того чтобы начать движение или прекратить его в полном соответствии с правилами классической механики, требуется большое время. Любая ошибка в маневре расхождения судов, тем более в условиях тумана или темного времени суток, может привести к их столкновению.

Именно так и произошло в 1986 г. в Цемесской бухте под Новороссийском при попытке ночного расхождения пассажирского теплохода «Адмирал Нахимов» и сухогруза «Петр Васев». По своим масштабам трагедия затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» встала в один ряд с печально знаменитым «Титаником». В обоих случаях техногенные морские катастрофы произошли ночью в результате столкновений и в достаточно холодных водах. Но быстрое затопление в течение 8 мин. современного теплохода практически не оставило многим пассажирам шансов на спасение. Всего при катастрофе «Адмирала Нахимова» погибли более 420 человек, в том числе из-за невыполнения экипажем своевременных спасательных мер.

С позиций рассмотренных видов транспортных катастроф железнодорожные перевозки являются наиболее безопасными, хотя и при их осуществлении встречаются иногда аварийные ситуации. В большинстве случаев причинами их возникновения являются несоблюдение скоростного режима на сложных участках маршрута, повреждения железнодорожного полотна и отказы автоматики. Самые тяжелые последствия с большим числом человеческих жертв происходят при опрокидывании сошедших с рельсов вагонов и возникновении пожара от работающих на угле водонагревательных печек-титанов. Как правило, пострадавшие в таких авариях люди имеют многочисленные повреждения головы, конечностей, внутренних органов, реже термические ожоги. Многие переживают сильнейшее нервное потрясение и нуждаются в экстренной психологической помощи.

Одним из примеров крупномасштабной железнодорожной катастрофы стало крушение в феврале 2004 г. вблизи города Нишапур (Иран) грузового состава из 52 вагонов и цистерн, содержащих легковоспламеняющиеся грузы (бензин, серу, серную кислоту, хлопок). В результате самопроизвольного начала движения состава (из-за происшедшего вблизи землетрясения силой 3,6 балла по шкале Рихтера) и его дальнейшего опрокидывания произошло самовозгорание содержимого с двумя последующими взрывами такой силы, что ударной волной были выбиты стекла домов на расстоянии 80 км от места катастрофы. В результате

этих взрывов были уничтожены пять окрестных деревень, погибли 320 и ранены еще около 400 человек. Такого рода техногенные аварии безусловно могут рассматриваться уже как чрезвычайные ситуации национального масштаба.

Наконец, проблемы автомобильного транспорта с позиций безопасности жизнедеятельности человека являются в нашей стране более чем актуальными. Не повторяя вновь уже приведенные выше данные о количестве жертв на российских автодорогах, отметим лишь основные причины такого положения дел. К числу этих причин относятся:

- менталитет вседозволенности и правового нигилизма довольно большой части российских водителей;
- отсутствие неотвратимости соразмерного наказания за совершенные на дорогах правонарушения из-за коррумпированности определенной части российских «стражей порядка»;
- отсутствие в стране автомобильных дорог современного качества;
- отсутствие цивилизованных взаимоотношений среди большей части российских участников дорожного движения (пешеходов, водителей, ГИБДД);
- отсутствие в стране развитой сети квалифицированного автосервиса;
- неготовность государства к обеспечению нормальной эксплуатации возросшего количества автомобилей на российских автодорогах;
- несовершенство и постоянное изменение правовых норм, регламентирующих положение автовладельцев в нашей стране;
- несоразмерно большое количество формальных обязанностей, возложенных на российских автовладельцев;
- недейственность и чрезмерная формализация существующей системы проведения технических осмотров российского автотранспорта;
- огромное количество нетрезвых водителей на российских автодорогах.

Строго говоря, и половины перечисленных причин достаточно, чтобы сделать положение человека за рулем и пешехода на дороге предельно опасным. Речь уже не идет о каком-то комфорте и удобстве человека, хоть как-то соприкоснувшегося в нашей стране с дорожным движением. Речь идет просто о выживании тех, кто ездит и ходит по российским дорогам. Основная и глубинная причина столь плачевного положения дел за-

ключается, по-видимому, в моральной и социальной неготовности всего нашего общества и построенного на его основе государства к производству и эксплуатации автомобилей как современного транспортного средства, к отсутствию общей культуры вождения автомобиля.

Поэтому в нашей стране следовало бы, пользуясь компьютерной базой персональных данных, с одной стороны, фиксировать в этой базе каждое доказанное нарушение Правил дорожного движения и без сожаления лишать права вождения тех, кто систематически пренебрегает ими, а с другой стороны, фиксировать в этой же компьютерной базе каждый факт превышения своих полномочий сотрудниками ГИБДД, т.е. создать единую систему учета поведения всех участников дорожного движения.

Наиболее характерными поражениями людей при автокатастрофах являются черепно-мозговые травмы, компрессионные переломы позвоночника, переломы ребер и конечностей, разрывы внутренних органов, порезы и кровотечения, нервный шок.

Заканчивая данную тему, хотелось бы отметить следующее: огромного количества техногенных аварий и катастроф можно избежать, если требовать от себя и окружающих людей ответственного отношения к любому выполняемому делу. Именно такое отношение каждого человека к выполняемой работе, усилиям других людей, времени, самой жизни определяет возможность обеспечения безопасности жизнедеятельности всех нас, живущих в нашей огромной стране.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Каковы возможные звуковые воздействия на человека и их последствия?
2. Почему звуковые и вибрационные воздействия измеряют в децибеллах?
3. Как учитывается фактор времени при нормировании электромагнитных воздействий на человека?
4. В чем заключаются особенности формирования электромагнитных волн?
5. Как проявляется воздействие СВЧ на организм человека?
6. Каковы основные биологические эффекты ионизирующих воздействий?
7. В каких единицах измеряются поглощенная и эквивалентная дозы ионизирующих излучений?

8. Какие группы токсических веществ выделяют по их функциональному назначению и биологическому действию?
9. В чем заключается пороговый принцип нормирования химических и других вредных воздействий на человека?
10. По какому параметру нормируются классы опасности токсических свойств химических веществ?
11. В чем проявляется сенсибилизация и каков механизм ее действия?
12. Каковы последствия хронических интоксикаций человека и воздействий на его организм нетоксических загрязняющих аэрозолей?
13. Какие виды поражений человека наблюдаются при пожарах?
14. Как определяются степени термического поражения человека?
15. Каковы для человека последствия различных избыточных давлений на фронте взрывной ударной волны?
16. Какому условию должна отвечать безопасная энергоемкость объекта пневмоиспытаний на прочность?

#### 4.4. Критерии безопасности

В отличие от *критериев комфортности*, о которых шла речь в 3.3 и которые направлены на обеспечение нормального, комфортного самочувствия человека независимо от характера его деятельности, критерии безопасности выполняют в организации жизнедеятельности человека совершенно иную и не менее важную роль.

Если обратиться вновь к различным состояниям жизнедеятельности человека, представленным в 2.2, то допустимые (относительно дискомфортные) условия среды обитания человека оцениваются им с позиций если и не комфортного собственного состояния, то по крайней мере допустимого в течение какого-то определенного времени.

Вот в этом временном примирении человека с не слишком хорошими, но в целом допустимыми условиями жизнедеятельности на первый план и выходят *критерии безопасности*, основной смысл которых заключается в сохранении здоровья и жизни человека путем ограждения его от вредных и опасных факторов техносферы.

Роль таких критериев безопасности призваны выполнять всевозможные ограничения воздействий на человека вредных и опасных негативных факторов:

- предельно допустимые уровни (ПДУ) нежелательных воздействий на человека различного рода потоков энергии (механической, электромагнитной, тепловой, ионизирующей);

- предельные дозы (ПД) нежелательных воздействий, полученных организмом человека за время активного влияния на него негативных техногенных факторов (ионизирующих, электромагнитных);

- предельно допустимые концентрации (ПДК) нежелательных для человека токсических и (или) загрязняющих химических веществ;

- предельно допустимые выбросы (ПДВ) в атмосферу, а также предельно допустимые сбросы (ПДС) в гидросферу нежелательных для человека и окружающей природной среды объемов токсических и (или) загрязняющих химических веществ;

- предельно допустимое время воздействия на человека негативных факторов техносферы без угрозы для его безопасности;

- предельно допустимый риск воздействия негативных факторов техносферы без ущерба для безопасности человека и состояния окружающей природной среды.

Таким образом, текущие значения анализируемых параметров воздействий  $C_j$  техногенной среды не должны превышать некоторых заранее установленных пороговых нормативных значений критериев безопасности  $\Pi_j$  (ПДУ, ПД, ПДК и т.д.):

$$C_j \leq \Pi_j, \quad (4.7)$$

где  $j$  — вид негативного техногенного воздействия (электромагнитного, ионизирующего, химического и т.д.), одного из  $m$  возможных ( $j = 1, 2 \dots m$ ).

При одновременном действии нескольких разновидностей ( $n$ ) одного и того же  $j$ -го негативного фактора (например, при воздействии на человека нескольких токсических или загрязняющих веществ) пользуются суммированием общего числа  $n$  отношений текущих значений  $C_{jk}$  этих  $k$ -ых разновидностей ( $k = 1, 2 \dots n$ ) к соответствующим пороговым значениям  $\Pi_{jk}$ :

$$\sum_{k=1}^n C_{jk} / \Pi_{jk} \leq 1. \quad (4.8)$$

Иначе говоря, в соответствии с формулой (4.8), некоторое количество действующих разновидностей  $j$ -го фактора, отнесенное

к своим индивидуальным пороговым значениям, которые не должны быть превышены, составляют полную группу относительных значений. Особенностью этой группы является учет комплексного действия входящих в нее разновидностей негативного фактора, т.е. по каждой из разновидностей текущее значение должно быть уменьшено пропорционально количеству действующих разновидностей. В противном случае добиться непревышения суммой этих относительных величин значения 1 не удастся. По сути дела, сама эта единица представляет в данном неравенстве пороговое значение комплексного действия разновидностей негативного фактора. При  $n = 1$  формула (4.8) автоматически превращается в условие (4.7).

В целом соблюдение условий (4.7) и (4.8) для каждого из  $j$ -тых негативных факторов, действующих на человека, вовсе не гарантирует ему безопасности. Например, в условиях возникновения пожара на человека одновременно действует целый комплекс самых разных негативных факторов (химических, загрязняющих, тепловых, механических), и если по каждому из них не превышен допустимый предел воздействия, то это вовсе не значит, что общее самочувствие человека можно признать нормальным. На самом деле следовало бы, подобно выражению (4.8), накладывать на все  $m$  негативных факторов, действующих в конкретных условиях, такое же условие их пропорционального уменьшения воздействия на человека

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n C_{jk} / P_{jk} \leq 1. \quad (4.9)$$

В этом случае человек заведомо находился бы в более щадящих условиях производственной или какой-либо другой среды обитания.

Но тогда многие отечественные производства пришлось бы реконструировать, чтобы добиться на их территории выполнения условия (4.9). Поэтому для руководителей любого хозяйства удобнее и дешевле считать, что негативные техногенные факторы обладают как бы независимостью своего воздействия на человека. Отдельно не превышен ПДУ шума, отдельно не превышен ПДУ по вибрации, отдельно не превышен ПДУ электромагнитных воздействий, отдельно не превышена ПД по ионизирующим воздействиям, отдельно не превышена ПДК токсических воздействий, а в результате оказывается, что средняя продолжитель-

ность жизни человека в нашей стране одна из самых низких в Европе (58 лет — мужчин и 72 года — женщин).

На самом деле давно установлено, что многие негативные техногенные факторы обладают так называемым сочетанным воздействием на организм человека, взаимно усиливая вредные и опасные эффекты друг друга при одновременном и совместном их влиянии. Так, шум и вибрация усиливают токсический эффект химических соединений (оксида углерода, стирола, дихлорэтана, марганцевых аэрозолей, бензола). Ультрафиолетовое излучение повышает токсичность карбофоса, способствует образованию смога, сенсбилизации организма. Совместное действие загрязняющих аэрозолей и газообразных химических веществ повышает токсичность последних путем их адсорбции на пылевых частицах и повышении локальной концентрации адсорбированных газов. Повышенная влажность также способствует повышению токсических эффектов многих веществ. Замечено усиление радиационного эффекта при совместном действии ионизирующих излучений и повышенной температуры, излучений и повышенной концентрации кислорода, излучений и соединений ртути, формальдегида.

Справедливости ради следует отметить изредка встречающийся антагонизм негативных воздействий, например, некоторых токсических веществ, которые ослабляют друг друга, но в целом на низшем уровне воздействий, как правило, наблюдается аддитивный характер взаимодействия негативных факторов, при котором отрицательные эффекты каждого из них если и не усиливают друг друга, то по крайней мере просто складываются, что и отражено в условии (4.9). Учитывать эффекты усиления действия отдельных негативных факторов можно путем введения в неравенство (4.9) дополнительных коэффициентов взаимовлияния  $K_{jk} > 1$ :

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n (C_{jk} K_{jk}) / \Pi_{jk} \leq 1.$$

Строго говоря, учет аддитивного или усиливающего (потенцированного) характера эффектов различных по своей природе негативных техногенных факторов требует своего четкого отражения во всех нормативных документах, посвященных безопасности жизнедеятельности человека и охране труда на производстве. К числу такого рода основных нормативных до-



кументов на уровне государственных стандартов относятся следующие:

- ГОСТ 12.0.003—74 «Опасные и вредные производственные факторы»;
- ГОСТ 12.1.003—76 «Шум. Общие требования безопасности» (впоследствии ГОСТ 12.1.003—83);
- ГОСТ 12.1.001—75 «Ультразвук. Общие требования безопасности» (впоследствии ГОСТ 12.1.001—89);
- ГОСТ 12.1.012—90 «Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.045—84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
- ГОСТ 12.1.002—84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»;
- ГОСТ 12.1.006—84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
- ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.005—88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- ГОСТ 12.1.004—82 «Пожарная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.010—76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

Кроме приведенного перечня государственных стандартов, в качестве нормативных документов в области безопасности жизнедеятельности в нашей стране активно используются санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН), гигиенические нормы (ГН). К числу основных норм, устанавливающих критерии безопасности, относятся:

- СН 2.2.4/2.1.8.562—96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий, на территории жилой застройки»;
- СН 3223—85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах»;
- СН 2.2.4/2.1.8.583—96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых общественных помещениях и на территории жилой застройки»;
- СН 6032—91 «Допустимые нормы напряженности электростатических полей и плотности ионного тока для персонала подстанций и воздушных линий постоянного тока ультравысокого напряжения»;

- СН 1742—77 «Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами»;
- СН 3206—85 «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц»;
- СН 5803—91 «Предельно допустимые уровни воздействия ЭМП диапазона частот 10—60 кГц»;
- СанПиН 2.2.4.723—98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях»;
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.055—96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона»;
- СанПиН 2.2.2./2.4.1340—03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»;
- ГН 2.1.8/2.2.4.019—94 «Временно допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи»;
- ГН 2.2.5.685—96 и ГН 2.1.5.686—98 «Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;
- Нормы радиационной безопасности НРБ—99 (Санитарные правила 2.6.1.758—99).

Перечисленные выше нормативные документы с успехом выполняют свои функции критериев безопасности каждый в своей области, устанавливая предельно допустимые уровни, дозы, концентрации. Однако для действительно корректной оценки комплексного действия негативных факторов этого недостаточно. Поэтому одной из важнейших задач по эффективному управлению безопасностью жизнедеятельности человека на современном уровне является взаимная увязка всей существующей нормативной базы с общесистемных позиций.

### ② **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается специфика критериев безопасности по сравнению с критериями комфортности?
2. Какие основные группы пороговых параметров выполняют роль критериев безопасности?
3. Каковы основные условия обеспечения безопасности жизнедеятельности человека для одного негативного фактора или группы его разновидностей?
4. Почему требуется комплексный учет всех одновременно действующих на человека негативных факторов?

5. Каковы условия безопасного воздействия группы негативных факторов с учетом их аддитивного или усиливающего эффекта?

6. В каких основных группах нормативных документов отражены критерии безопасности по отдельным негативным факторам техногенных воздействий на человека?

7. С каких методологических позиций следует проводить взаимную увязку существующей нормативной базы по безопасности жизнедеятельности?

## ОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 5.1. Вероятностные характеристики и анализ надежности технических систем

Осознанное проведение комплекса мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности человека базируется на выделении наиболее слабых и потому подверженных наибольшему риску выхода из строя элементов любого рода систем. Само понятие *системы* подразумевает совокупность элементов, объединенных между собой внутренними связями и образующих качественно новое целое, взаимодействующее с окружающей средой посредством внешних связей (рис. 5.1).

Появление качественно нового целого в результате такого объединения отдельных элементов представляет собой наиболее важный отличительный признак рождения новой системы. В то же время бессмысленно говорить о новой системе, если объединенная совокупность каких-то элементов не привела к появлению у этой совокупности нового качества.

Сам факт внезапного появления нового качества у совокупности объединенных между собой элементов носит название *эмерджентность*. Это понятие является важнейшим для характеристики любой системы и символизирует собой наиболее значимое системное свойство.

Другое системное свойство предполагает наличие в любой системе соподчиненных структурных уровней и обозначается как *иерархичность*. Так, само существование образующих систему элементов можно рассматривать как структурный уровень подсистем. Напротив, окружающую среду условно можно представить в качестве структурного уровня надсистем.

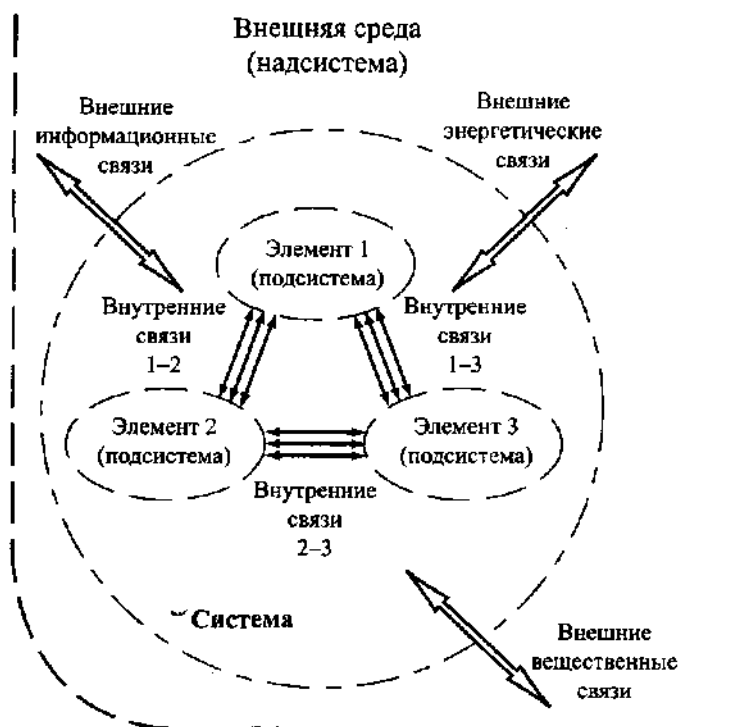


Рис. 5.1. Общее представление структуры и связей открытой иерархической системы

Следующим важным понятием, характеризующим любую систему, являются внутренние и внешние связи. По своей природе любые связи можно разделить на три основных вида: вещественные, энергетические, информационные. Будучи отнесенными к самой структуре системы и обеспечивая объединение отдельных ее элементов между собой, внутренние связи различной физической природы, по сути дела, характеризуют *связность системы*, ее целостность.

Наличие внешних контактов любой системы с окружающей средой, осуществляемых с помощью двунаправленных внешних связей, свидетельствует об *открытости системы*, ее способности эффективно взаимодействовать с внешним миром, а следовательно, и успешно существовать в нем. *Изолированность системы* — отсутствие ее внешних связей.

Еще одним важнейшим системным свойством выступает *устойчивость*, под которой понимается способность системы возвращаться в равновесное состояние после прекращения на нее внешних воздействий. Это свойство является чрезвычайно важным, поскольку свидетельствует вообще о способности системы к сохранению самой себя как единого целого при взаимодействии ее с внешним миром, с окружающей средой.

Потеря системой свойства устойчивости, выход системы за границы устойчивости, появление неустойчивости системы ведут либо к полному ее разрушению, либо к переходу ее в другое качество, т.е. образованию какой-то новой системы, кардинально отличающейся от прежней.

Поэтому требование обеспечения устойчивости системы всегда равноценно требованию сохранения системы как таковой. Для того чтобы как-то обезопасить систему от непредвиденных воздействий со стороны окружающей среды, стремятся повысить запасы устойчивости этой системы.

Важным системным свойством, напрямую связанным с обеспечением безопасности жизнедеятельности человека, является *стохастичность* любой системы, представляющая собой, по сути, случайный, вероятностный характер всех процессов, происходящих в системе, всех внешних воздействий на нее со стороны окружающей среды и самого существования этой системы. Вероятностная природа всех параметров любой системы является фундаментальным свойством природы. Поэтому судить о качестве, достоинствах и недостатках любой системы можно лишь с большей или меньшей степенью вероятности. К сожалению, в этой-то неопределенности параметров систем и кроется основная причина как техногенных, так и природных катастроф.

Системное свойство *детерминированности*, предполагающее полную определенность структуры и поведения систем, является по сути своей идеализированным антиподом реально существующей их стохастичности. Детерминированность существует только в сознании проектировщиков, создающих ту или иную систему. На чертежах конструкций, в описании технологических процессов, в сметных расчетах все полностью определено и подсчитано. Любой созданный на бумаге или электронном носителе проект — это тот недостижимый идеал, к которому будут стремиться строители, рабочие, наладчики, но который в результате их усилий полностью так и не будет достигнут. В реальности будет получено лишь большее или меньшее стохастическое

приближение к идеальному детерминированному проекту. И дело вовсе не в том, что создатели реальной системы не хотят воплотить в жизнь проектную разработку. Они просто не могут это сделать, потому что вся совокупность отдельных случайных факторов в принципе не способна привести к четко определенному запланированному результату.

Неопределенность тем более возрастает, когда речь идет о дальнейшей эксплуатации созданной системы. Этот процесс обрастает таким количеством непредсказуемых факторов и их сочетаний, что только очень наивный человек может надеяться на абсолютную надежность какой-либо системы в ходе ее эксплуатации. При этом надо иметь в виду, что сам процесс эксплуатации технической системы включает в себя совсем не только ее целевое использование, выступающее как функционирование системы и являющееся тем смысловым ориентиром, ради достижения которого создается любая система.

Кроме непосредственного функционирования, эксплуатация технической системы предполагает выполнение в самых различных сочетаниях таких этапов, как хранение (консервация), транспортировка, подготовка к функционированию, регламентное техническое обслуживание, ремонтное обслуживание, подготовка к хранению (консервации). Финишным рубежом так называемого жизненного цикла любой технической системы является утилизация, связанная с прекращением ее дальнейшего существования.

Вообще, когда используется термин *техническая система*, то подразумевается, что такая система является продуктом определенного уровня развития техники. Однако это вовсе не означает, что при эксплуатации такой системы совершенно отсутствует человек. Даже в автоматических и уж тем более автоматизированных или роботизированных системах (комплексах) человек обязательно присутствует либо на стадии задания программы, либо на стадии управления, хотя бы и дистанционного. Поэтому при дальнейшем изложении материала, посвященного безопасности жизнедеятельности человека в процессе его трудовой активности, применяется также термин *эрготехническая (эргатическая) система*.

Таким образом, под эрготехнической (от греч. *ergon* — работа, *technike* — искусство, мастерство) понимается такая система, которая, представляя собой человеко-машинный комплекс, включает в свой состав техническую часть и человека, выполняющего активные трудовые функции, от успешной реализации которых, наравне с технической частью, зависит достижение поставленных перед системой целей.

Нормальная эксплуатация эрготехнической системы характеризуется определенной *степенью надежности*, представляющей собой комплексную вероятностную характеристику успешного выполнения системой заданных функций при сохранении ею своих эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение требуемого времени.

В теории надежности общепринятыми свойствами эксплуатационной надежности технических систем являются:

- работоспособность как состояние системы, при котором она может выполнять требуемые функции с заданными рабочими параметрами;

- безотказность как свойство системы сохранять свою работоспособность в течение заданного времени без отказов и вынужденных перерывов;

- сохраняемость как свойство системы сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение и после установленного срока ее хранения или транспортировки;

- долговечность как свойство системы сохранять свою работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для регламентного обслуживания и ремонта;

- ремонтпригодность как свойство приспособленности системы к предупреждению, обнаружению и устранению отказов ее работоспособности путем проведения регламентного технического обслуживания и ремонта.

Как следует из вышеприведенных определений свойств надежности любой технической системы, наиболее значимым для успешности ее функционирования и выполнения ею заданных функций безусловно является *работоспособность*. В свою очередь, наличие работоспособности системы в течение всего времени ее эксплуатации характеризует в первую очередь *безотказность* ее функционирования, а также косвенно связано и с остальными перечисленными свойствами эксплуатационной надежности.

С точки зрения безопасности жизнедеятельности любая техническая или эрготехническая система обладает двумя основными и наиболее важными для человека состояниями:

- состояние работоспособности всех компонентов системы и обеспечение требуемого ее функционирования в течение заданного времени (система обладает структурной исправностью и функциональной способностью выполнения требуемых действий в течение заданного времени);

- состояние неработоспособности (отказа) хотя бы одного из компонентов системы или необеспечение требуемого ее функци-



онирования в течение заданного времени (система либо структурно неисправна, либо функционально неспособна выполнять требуемые функции в течение заданного времени).

В первом из указанных состояний все компоненты системы совместно обеспечивают состояние ее структурной исправности и функциональной возможности выполнения возложенных на систему эксплуатационных требований. При этом как техническая часть системы, так и работающий с ней человек действуют в течение заданного времени без отказов и сбоев. Влияние на человека вредных и опасных факторов со стороны технической части системы в достаточной мере было рассмотрено выше в главе 4.

Второе из указанных состояний, в свою очередь, распадается на два возможных варианта. В первом из вариантов имеет место *структурная неисправность* технической части системы (*техническая неисправность*), т.е. наступление так называемого *отказа системы*, под которым в существующей теории надежности принято понимать событие, заключающееся в полной или частичной утрате системой состояния работоспособности (выходом за допустимые пределы одного или нескольких ее основных рабочих параметров). Соответственно, подобный отказ системы можно представить как структурный отказ, обусловленный неработоспособностью технической части системы.

Второй вариант неработоспособного состояния системы вызван к жизни необеспечением выполнения технически исправной системой требуемых функций в течение заданного времени, т.е. своего рода *функциональным отказом системы*. В большинстве случаев такие функциональные отказы (сбои) обусловлены неработоспособностью человека, входящего в состав эрготехнической системы. Другими словами, пресловутый «человеческий фактор» является просто одной из возможных форм отказов системы, в которой техническая часть совершенно исправна, а человек, входящий в состав такой эрготехнической системы, проявляет в процессе своей работы свойства некачественности, усталости, невнимательности, в результате которых вся система в целом не обеспечивает выполнение требуемых функций в течение заданного времени.

Указанные варианты отказов технической системы представлены на рис. 5.2 в виде схемы, лежащей в основе построения сколь угодно сложного по структуре «дерева отказов». Анализ таких отказов важен, так как вызываемые ими воздействия на человека могут быть недопустимы для него.

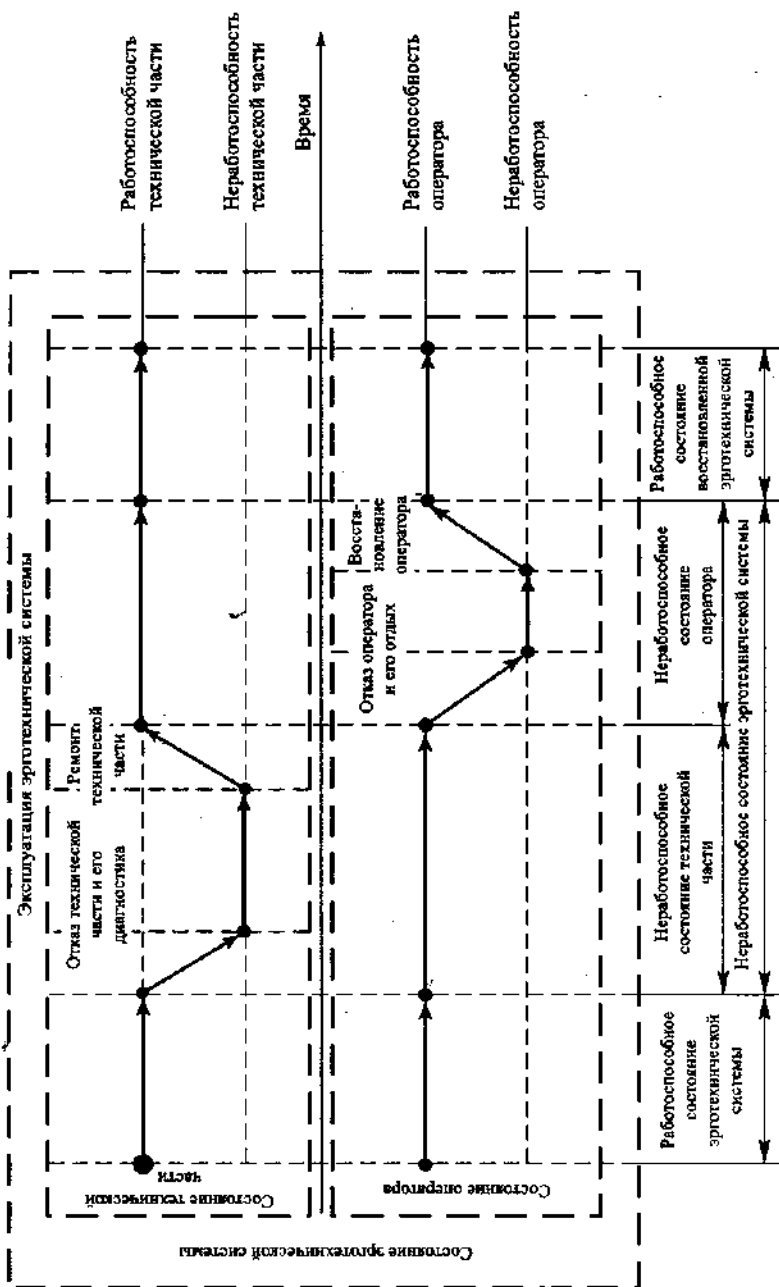


Рис. 5.2. Схема отказов и восстановления компонентов эрготехнической (технической) системы в процессе эксплуатации

Таким образом, опасности технической системы проявляются, с одной стороны, в виде предусмотренных ее нормальной работой воздействий на человека, или, как иногда говорят, *штатных воздействий*. С другой стороны, те же опасности, но значительно усиленные количественно и существенно расширенные по своему качественному составу, сопутствуют всем видам отказов системы и вызывают к жизни непредусмотренные ее нормальной работой так называемые нештатные ситуации и, соответственно, *нештатные воздействия* на человека. Особенностью последних является непредсказуемость их уровня и появления в пространстве и во времени.

Поэтому, вся теория надежности любых технических систем, в свою очередь, базируется на математической основе теории вероятностей. Для характеристики состояния работоспособности какой-либо технической, или эрготехнической системы на  $i$ -том этапе ее эксплуатации принимается вероятность безотказного состояния  $P_i(t_i)$  этой системы при выполнении требуемого этапа эксплуатации в течение заданного времени  $t_i$ . Соответственно, поскольку безотказность и отказ такой системы образуют полную группу событий, вероятность отказа (неработоспособности)  $Q_i(t_i)$  системы связана с вероятностью ее безотказного состояния (работоспособности) следующим простым соотношением:

$$Q_i(t_i) = 1 - P_i(t_i). \quad (5.1)$$

При наличии некоторого числа  $n$  независимых этапов эксплуатации технической системы общая вероятность  $P_{\text{экс}}(t_{\text{экс}})$  их безотказного выполнения, или *эксплуатационная надежность системы*, определяется как произведение вероятностей безотказного выполнения всех учитываемых этапов

$$P_{\text{экс}}(t_{\text{экс}}) = \prod_{i=1}^n P_i(t_i). \quad (5.2)$$

В формуле (5.2) взаимную независимость этапов эксплуатации следует понимать как независимость возможности возникновения отказов на каждом из этих этапов. Поэтому суммарная вероятность срыва нормальной эксплуатации системы  $Q_{\text{экс}}(t_{\text{экс}})$ , или ее *эксплуатационная ненадежность*, определяется аналогично формуле (5.1):

$$Q_{\text{экс}}(t_{\text{экс}}) = 1 - P_{\text{экс}}(t_{\text{экс}}).$$

Применительно к вероятности отказа отдельного этапа эксплуатации  $Q_i(t_i)$  следует подчеркнуть несколько присущих ей особенностей. Во-первых, эта вероятность, как уже указывалось выше, обусловлена отказом технической части системы или отказом человека, работающего с ней, т.е. для безотказного выполнения этапа должны быть безотказны как техника, так и человек (рис. 5.3):

$$P_i(t_i) = P_{i1}(t_i)P_{i2}(t_{i2}); \quad (5.3)$$

$$Q_i(t_i) = 1 - P_{i1}(t_i)P_{i2}(t_{i2}).$$

где  $P_{i1}(t_i)$  — вероятность безотказной работы технической части системы на  $i$ -том этапе ее эксплуатации в течение заданного времени  $t_i$ ;  $P_{i2}(t_{i2})$  — вероятность безотказной работы человека на  $i$ -м этапе эксплуатации системы в течение времени  $t_{i2}$ ;  $t_{i2}$  — время работы человека в составе системы совместно с ее технической частью, причем  $t_{i2}$  входит в  $t_i$  ( $t_{i2} \in t_i$ ).

Во-вторых, сам отказ системы является лишь предпосылкой потенциального возникновения вредного или опасного воздействия на человека, но еще не является достаточным условием для действительной реализации такого воздействия. Поэтому вероятность отказа не тождественна вероятности опасности, но может входить в нее в качестве необходимого условия.

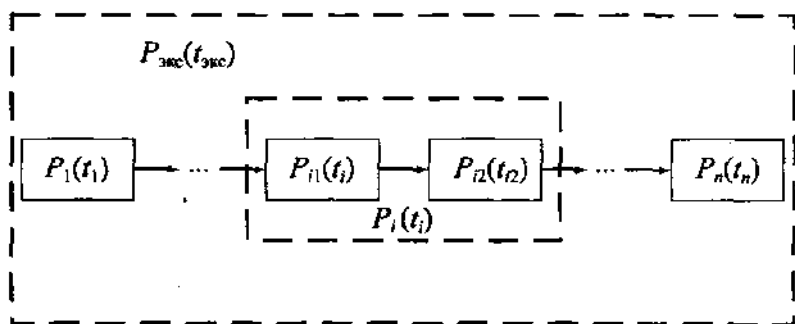


Рис. 5.3. Схема надежности эксплуатации технической системы

В-третьих, вероятность безотказного использования технической системы математически может быть определена либо еще на стадии проектирования системы с помощью анализа наиболее предпочтительного закона распределения вероятностей, либо уже на стадии эксплуатации системы с помощью статистического метода путем соотношения времени штатного использования системы  $t_{шт}$  к общему времени ее эксплуатации  $t_{экс}$  с учетом времени  $t_{рем}$  нештатных ремонтных работ и подсчета так называемого *коэффициента готовности системы*  $K_{гот}$ , широко используемого в практике эксплуатации систем, длительно находящихся в режиме дежурства:

$$t_{экс} = t_{шт} + t_{рем}; \quad (5.4)$$

$$K_{гот} = t_{шт} / (t_{шт} + t_{рем}). \quad (5.5)$$

Особо следует отметить, что профилактические и другие регламентные работы по техническому обслуживанию систем, носящие плановый, заранее известный характер, относятся к ряду их штатной эксплуатации.

Однако, при всей простоте применения статистических методов, они могут дать количественную и качественную оценку только уже реально существующей системы, когда кардинально что-либо изменить в ее идеологии и структуре почти невозможно. Поэтому формулы (5.4) и (5.5) носят в основном апостериорный (послеопытный) характер и служат для сравнения качества готовой системы с ее предварительными проектными вероятностными показателями. По результатам такого сравнения выносятся оценка результатов труда изготовителей конкретной системы.

Для априорного (доопытного) прогнозирования качества технических систем используются вероятностные характеристики, среди которых одной из основных, как уже указывалось, является *вероятность безотказного состояния технической части системы*  $P_{ij}(t_j)$  на  $i$ -том этапе эксплуатации.

Согласно результатам многочисленных исследований подавляющее большинство технических систем для определения указанной характеристики может с успехом применять показательный закон распределения вероятностей, в котором в качестве одного из основных вероятностных показателей используется так называемая *интенсивность отказов*  $\lambda_{ji} \cdot t_j^{-1}$ . В свою очередь

данный показатель представляет собой величину, обратную наработке времени  $t_{ji}$ , ч, на один отказ  $j$ -го элемента системы в  $i$ -тых условиях ее эксплуатации

$$\lambda_{ji} = 1 / t_{ji}$$

Величины наработки на отказ и интенсивности отказов для различного рода элементов технических систем определены статистически, табулированы и сведены в справочные таблицы существующих справочных пособий по надежности, представляя собой удобный первичный материал для проведения предварительных оценочных расчетов вероятностных характеристик. Большое удобство показательного распределения заключается в том, что общая интенсивность отказов  $\Lambda_i$  всей системы в целом на  $i$ -том этапе ее эксплуатации определяется простым суммированием отдельных интенсивностей отказов всех входящих в нее  $N$  элементов

$$\Lambda_i = \sum_{j=1}^N \lambda_{ji}$$

С учетом последней формулы вероятность безотказного состояния технической части системы на  $i$ -том этапе эксплуатации в течение заданного времени  $t_i$  определяется следующим образом:

$$P_{i1}(t_i) = e^{-\Lambda_i t_i}$$

Соответственно, вероятность хотя бы одного отказа технической части системы  $Q_{i1}$  на  $i$ -том этапе ее эксплуатации составляет

$$Q_{i1} = 1 - e^{-\Lambda_i t_i}$$

В случае возможности восстановления работоспособности технической части системы после отказа путем проведения ремонта, вероятность безотказного состояния восстанавливаемой технической части системы  $P_{i1}^*(t_i)$  можно определить по следующей формуле:

$$P_{i1}^*(t_i) = P_{i1}(t_i) + [1 - P_{i1}(t_i)]P_B(t_{рем}), \quad (5.6)$$

где  $P_{\text{в}}(t_{\text{рем}})$  — вероятность успешного восстановления работоспособного состояния технической части системы в течение времени ремонта  $t_{\text{рем}}$ .

Приведенную в выражении (5.6) математическую запись несложно трансформировать в следующую формулу:

$$P_{i1}^*(t_i) = 1 - [1 - P_{i1}(t_i)][1 - P_{\text{в}}(t_{\text{рем}})]. \quad (5.7)$$

Последнее математическое выражение в теории надежности обозначает вероятность безотказной работы параллельного соединения схемы так называемого «горячего» резервирования, представленной на рис. 5.4. Подобное построение восстанавливаемой технической части системы предполагает, что поиск и восстановление отказа происходят следом за его возникновением в системе, что вполне отвечает интересам обеспечения высокой эффективности всего человеко-машинного комплекса.

Смысловое тождество различных математических записей (5.6) и (5.7) позволяет сделать важный вывод о том, что восстановительные процессы играют роль *функционального резервирования восстанавливаемой системы*.

Роль последнего вывода трудно переоценить, так как при всей его простоте и едва ли не очевидности надежность систем можно повысить практически на порядок и выше путем обеспечения всего лишь возможности их восстановления. Поэтому отсутствие

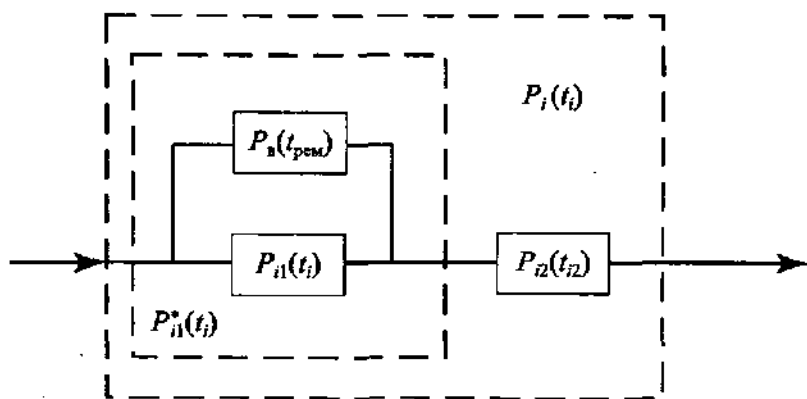


Рис. 5.4. Схема надежности  $i$ -го этапа эксплуатации восстанавливаемой технической системы

структурного резервирования технической части системы методом ее дублирования или троирования вовсе не исключает перспектив кардинального повышения эксплуатационной надежности этой системы с помощью упомянутого выше функционального резервирования.

В свою очередь влияние человека на общую надежность систем проявляется в виде комплексной вероятностной характеристики, использованной в выражении (5.3), которая включает в себя следующие показатели:

$$P_{i2}(t_{i2}) = P_{icв}(t_{i2})P_{i6ош}(t_{i2}),$$

где  $P_{icв}(t_{i2})$  — вероятность своевременного выполнения заданного объема работ в течение времени  $t_{i2}$  на  $i$ -том этапе эксплуатации системы;  $P_{i6ош}(t_{i2})$  — вероятность безошибочного выполнения человеком требуемых работ в течение времени  $t_{i2}$  на  $i$ -том этапе эксплуатации системы.

Вероятностные показатели своевременного и безошибочного выполнения человеком заданного объема работ отражают две наиболее распространенные разновидности отказа (сбоя) в процессе его трудовой деятельности.

Для определения вероятности своевременного выполнения заданных функций человеком удобно воспользоваться следующей зависимостью:

$$\begin{cases} P_{icв}(t_{i2}) = 0 & \text{при } t_{i2} \leq t_{i2\min}; \quad (5.8) \\ P_{icв}(t_{i2}) = 1 - e^{-\mu_i(t_{i2} - t_{i2\min})} & \text{при } t_{i2} > t_{i2\min}; \quad (5.9) \end{cases}$$

где  $\mu_i$  — интенсивность выполнения требуемых работ на  $i$ -том этапе эксплуатации системы;  $t_{i2\min}$  — минимально возможное время выполнения человеком требуемых работ на  $i$ -том этапе эксплуатации системы.

В свою очередь указанные показатели определяются исходя из параметров нормального распределения вероятности

$$\mu_i = 1 / \sigma_i;$$

$$t_{i2\min} = M_i - 0,7 \sigma_i,$$

где  $M_i$  — математическое ожидание времени выполнения заданных работ человеком на  $i$ -том этапе эксплуатации системы;  $\sigma_i$  — сред-



неквадратическое отклонение времени выполнения заданных работ человеком на  $i$ -том этапе эксплуатации системы.

Равенство нулю вероятности своевременного выполнения работ в выражении (5.8) показывает, что у человека практически нет шансов успеть выполнить заданный объем работ, так как статистическое время их выполнения заведомо превышает отведенный (или рекордный) лимит времени на рассматриваемом этапе эксплуатации системы. При другом соотношении этих величин времени вероятность своевременного выполнения работ экспоненциально приближается к единице, как это следует из формулы (5.9).

Наконец, еще одна вероятностная характеристика касается безошибочности выполнения человеком некоторого заданного объема работ. При этом под ошибкой (сбоем) человека понимается некоторая исправляемая погрешность выполнения заданных функций. На практике существует достаточно большое число технологических операций, действий или работ, реализация которых связана с возможностью возникновения ошибки (сбоя) из-за неточности, рассеянности или утомления исполнителя. Особенно это характерно для многочисленных повторяющихся, однотипных действий.

К числу такого рода операций относятся печатание текстов на компьютере или пишущей машинке, конвейерный труд, монотонные сборочные работы простейшего типа, инструментальный контроль параметров, снятие показаний приборов и т.д. Важной особенностью перечисленных видов трудовой деятельности является возможность исправления допущенных ошибок (сбоев) как самим исполнителем, так и в результате последующего контроля. Одним из следствий подобного вынужденного повторения одних и тех же ошибочно проведенных операций является увеличение общего времени выполнения человеком заданного объема работ. Повышение квалификации, мастерства исполнителя ведет к сокращению числа такого рода ошибочных действий и, следовательно, общего времени выполнения работ.

Для количественной оценки значения вероятности безошибочного выполнения человеком заданного числа  $V_i$  однотипных операций с возможностью среднего статистического количества  $m$  их повторения можно воспользоваться следующей формулой:

$$P_{\text{бoш}}(t_{i2}) = \{1 - [1 - P(t^*)]^m\}^{V_i}$$

где  $P(t^*)$  — вероятность выполнения одной из повторяющихся однотипных операций в течение времени  $t^*$ .

Время, в течение которого человек может выполнять заданный объем работ с учетом возможности исправления допущенных им ошибок, должно прогнозироваться при соблюдении следующего условия:

$$t^* V_i m \leq t_{i2}.$$

По своей сути возможность исправления ошибочных действий человека при выполнении им своих трудовых функций имеет характер уже рассмотренного выше функционального резервирования.

Как и при восстановлении работоспособности системы, подобный вид функционального резервирования может быть отображен графически на схеме эксплуатационной надежности в форме параллельного соединения вероятности выполнения одних и тех же операций (рис. 5.5).

Вообще большим достоинством такого рода простых структурно-функциональных схем надежности является их наглядность и возможность проведения в первую очередь качественного, а затем и количественного анализа, в ходе которого проектировщик уже на стадии предварительного рассмотрения системы и ее эскизного проектирования может выделить слабые с точки зрения надеж-

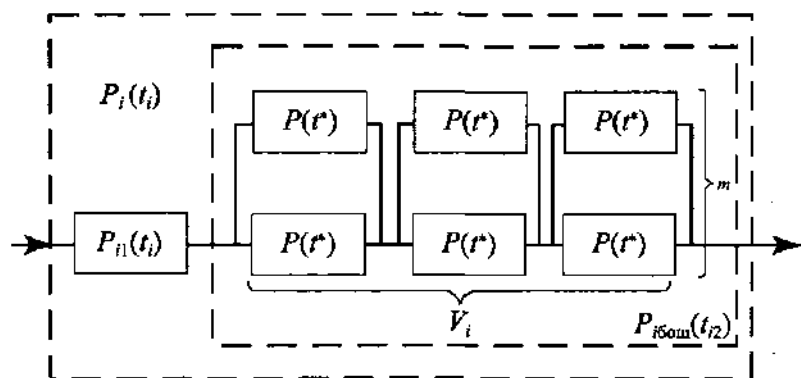


Рис. 5.5. Схема надежности  $i$ -го этапа эксплуатации технической системы с учетом возможных сбоев оператора

ности места в структуре системы и порядке ее эксплуатации, приняв в соответствии с этим все необходимые проектные действия по кардинально возможному снижению вероятности возникновения любых, хоть сколько-нибудь опасных отказов системы в целом.

Возможные опасности, являющиеся следствием возникновения разновидностей отказов в человеко-машинной технической системе, рассмотрим на примере проведения *контрольных операций*. Пусть в процессе любого вида контроля параметров изделия требуется принятие решения о годности или негодности этого изделия к дальнейшему использованию либо при его изготовлении, либо уже на одном из этапов эксплуатации.

Реализация контрольных операций может происходить по одному из следующих четырех возможных основных сценариев:

- годное изделие признается годным (безошибочный контроль);
- годное изделие признается негодным (ошибка контроля 1-го рода);
- негодное изделие признается негодным (безошибочный контроль);
- негодное изделие признается годным (ошибка контроля 2-го рода).

Все указанные варианты представлены на схеме событий (рис. 5.6).

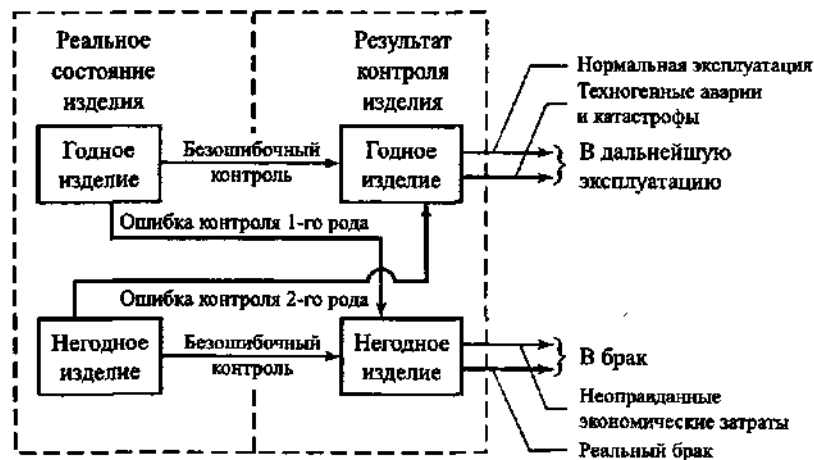


Рис. 5.6. Схема возможных результатов контроля изделия

По своим последствиям возможные ошибки контроля 1-го и 2-го рода имеют совершенно разную значимость. Так, ошибки 1-го рода, в результате которых технически исправное, годное изделие признается по итогам проведенного контроля никуда не годным, совершенно очевидно наносят производящей или эксплуатирующей организации (частному лицу) экономический и, естественно, моральный ущерб. Таковы, например, могут быть последствия ошибочных действий лиц, осуществляющих инструментальный контроль, при проведении обязательного технического осмотра автомобилей.

Совершенно иные опасности влекут за собой ошибки контроля 2-го рода, вследствие которых неисправное, негодное изделие, наоборот, признается отвечающим контрольным нормам и направляется в дальнейшее производство или эксплуатацию. Однако, будучи по сути своей несоответствующим предъявляемым требованиям, подобное изделие продолжает свой «жизненный» путь, имея в себе скрытый дефект, который рано или поздно напомнит о своем существовании, часто в виде катастрофических последствий. С уверенностью можно утверждать, что большое количество современных техногенных аварий и катастроф обусловлены либо изначально допущенными дефектами изготовления, либо вовремя не обнаруженными дефектами эксплуатации технических систем.

Таким образом, по результатам добросовестного анализа вероятностных характеристик проектных разработок технических систем и их эксплуатационной надежности можно существенно снизить опасность возникновения неожиданных опасных и вредных воздействий с их стороны на человека и окружающую природную среду.

## ② *Контрольные вопросы*

1. Каковы составные свойства понятия надежность технической системы?
2. Чем образована полная группа событий в теории надежности?
3. Какие этапы образуют процесс эксплуатации технической системы?
4. Из чего складывается вероятность безотказного выполнения какого-либо этапа эксплуатации человеко-машинного комплекса?
5. Как понимается независимость выполнения отдельных этапов эксплуатации технической системы и каким образом определяется в этом случае ее общая эксплуатационная надежность?

6. Какой смысл имеет структурное и функциональное резервирование в технических системах и как оно реализуется на практике?

7. Какие основные виды отказов встречаются в эрготехнических системах?

8. Каковы особенности прогнозирования вероятности своевременного выполнения эрготехнической системой заданных функций?

9. В чем заключаются особенности определения вероятности безошибочного выполнения заданного объема работ человеком?

10. Какие возможные последствия имеют ошибки контроля?

## 5.2. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств

Проблема обеспечения безопасности функционирования современных автоматизированных и роботизированных производств распадается, как минимум, на две взаимосвязанные достаточно крупные части, а именно необходимость обеспечения безопасности:

- персонала, выполняющего на подобных производствах основные или вспомогательные функции, при нормальной (штатной) работе автоматизированного и роботизированного технологического оборудования;

- производства при выходе из строя отдельных видов автоматизированного и роботизированного технологического оборудования с развитием масштабов аварии и распространением ее негативных воздействий на окрестное население и окружающую природную среду.

Вообще, по существующей терминологии, к числу автоматизированных производств относятся такие производственные линии, участки, цеха, предприятия, на которых часть функций управления промышленным оборудованием и контроля за ходом технологических операций и качеством выпускаемой продукции осуществляется с помощью автоматических устройств при сохранении за человеком главенствующей роли стратегического управления производством. Другими словами, человек отдает автоматам непосредственное управление станками, поддержание

необходимых параметров производственной среды, контроль за соблюдением требуемого качества объектов производства и ряд других рутинных технологических процессов, особенно связанных с опасными и вредными условиями труда.

Роботизированные производства основаны на широком использовании в их составе так называемых роботов (от чешск. *robot* — барщина, подневольный труд), зачастую имеющих антропоморфный (человекоподобный) вид исполнительных органов и выполняющих двигательные производственные функции человека. Распространенные на современных конвейерных линиях промышленные роботы-манипуляторы выполняют подавляющую часть сборочных операций, особенно с использованием точечной автоматической сварки, при производстве автомобилей. За счет жестко запрограммированных действий такого рода промышленных роботов удается не только обезопасить человека от действия опасных и вредных условий труда, но и существенно снизить стоимость выпускаемой продукции, что весьма важно в условиях рыночной экономики. Сравнительно высокие первоначальные затраты предприятия на приобретение, установку и наладку промышленных роботов окупаются, как правило, уже в первые три года их активной эксплуатации, принося после этого производству прибыль.

Кроме использования роботов в условиях промышленного конвейерного производства, еще одной областью применения роботов являются сверхэкстремальные условия производственной среды, в которых уровень опасных и вредных воздействий многократно превышает предельно допустимые для человека нормы. Именно в таких условиях проходят, например, операции с высокорadioактивными веществами, обладающими опасным для человека уровнем ионизирующих излучений. Роботы-манипуляторы с дистанционным управлением позволяют вывести человека из «горячей» зоны радиоактивного воздействия, надежно обезопасить его от опасной рабочей зоны толстой свинцово-бетонной защитой, оставив ему функции управления на расстоянии действиями механических «рук».

По своей специфике автоматизированные и роботизированные производства изначально призваны в максимальной степени обеспечить безопасность трудовой деятельности человека, создать ему наиболее комфортные и высокопроизводительные условия рабочей среды обитания. Поэтому, учитывая высокую

степень автоматизации самих производственных процессов на таких предприятиях, не представляет особой сложности автоматизировать и действие защитных устройств, надежно ограждающих рабочую зону действия технологических автоматов и роботов от случайного проникновения в нее людей. С этой целью разработаны и внедрены в роботизированные производства специальные ограждающие устройства, поднятые вверх в выключенном состоянии промышленных роботов и опускающиеся вниз перед началом их активизации, если только в рабочей зоне не зафиксировано присутствие человека.

Вообще, довольно распространенным приемом обеспечения безопасности людей на автоматизированном или роботизированном производстве является автоматическое отключение технологического оборудования и промышленных роботов-манипуляторов, если в зоне их действия оказывается человек. Система специальных датчиков обеспечивает блокировку энергопитания указанного производственного оборудования при нахождении человека в опасной зоне действия автоматов или программных роботов-манипуляторов. Помимо высокой динамики движений и большой рабочей зоны охвата исполнительных органов масса таких промышленных роботов может достигать сотен килограммов, что делает их при выполнении заданных технологических операций весьма опасными. Еще один источник опасности для человека со стороны мощных электрогидравлических промышленных роботов заключается в высоком давлении гидроприводов их исполнительных органов, достигающем 100 МПа и выше.

Безопасность самого автоматизированного и роботизированного производства базируется прежде всего на скрупулезном анализе надежности всех компонентов такого производства и всего производственного комплекса в целом. Для этого можно воспользоваться вероятностными характеристиками, представленными в 5.1, с определенными поправками, вытекающими из самой специфики использования автоматических и робототехнических средств.

Рассмотрим роботизированный комплекс, включающий в себя основное технологическое оборудование с вероятностью безотказной работы  $P_T(t_T)$  и действующее совместно с ним робототехническое устройство с вероятностью безотказной работы  $P_p(t_p)$ . Надежность совместной работы указанных компонентов,

по сути дела, определяет и общую надежность роботизированного комплекса  $P_{\Sigma}(t_{\Sigma})$ :

$$P_{\Sigma}(t_{\Sigma}) = P_T(t_T)P_P(t_P),$$

где  $t_{\Sigma}$  — общее время действия роботизированного комплекса, включающее в себя как  $t_T$ , так и  $t_P$ .

Учитывая определенные требования по надежности, предъявляемые к используемому технологическому оборудованию и всему роботизированному комплексу в целом, а также используя известный экспоненциальный закон распределения вероятности безотказного состояния робототехнического устройства, можно определить условие надежной работы последнего, накладываемое на суммарную величину интенсивности его отказов  $\Lambda_{\Sigma}$ :

$$\Lambda_{\Sigma} \leq -\left(1/t_P\right) \ln \left[ \frac{P_{\Sigma}(t_{\Sigma})}{P_T(t_T)} \right]. \quad (5.10)$$

Использование функциональных возможностей робототехнического устройства, находящегося в составе роботизированного комплекса, для восстановления работоспособности основного технологического оборудования создает предпосылки для существенного повышения надежности всего комплекса в целом

$$P_{\Sigma}(t_{\Sigma}) = P_T(t_T) + [1 - P_T(t_T)]P_P(t_P).$$

Задаваясь определенным уровнем надежности всего роботизированного комплекса в целом и восстанавливаемого основного технологического оборудования, несложно найти уровень надежности, которому должно соответствовать используемое робототехническое устройство:

$$P_P(t_P) \geq \frac{P_{\Sigma}(t_{\Sigma}) - P_T(t_T)}{1 - P_T(t_T)}. \quad (5.11)$$

Учет представленных условий (5.10) и (5.11) обеспечивает образование взаимосвязанной системы вероятностных характеристик всех компонентов технологической системы, обеспечивающих оптимальную эффективность всего роботизированно-



го комплекса и, как следствие, максимальную его безопасность с точки зрения надежности функционирования.

Все представленные выше математические зависимости носят универсальный характер и с успехом могут быть использованы для оценки и оптимизации надежности любых автоматизированных и роботизированных производств самого разнообразного функционального назначения.

К дополнительным мерам обеспечения безопасности функционирования роботизированных производств можно отнести следующие конструктивные, функциональные и организационные решения:

- наличие достаточно большого числа основных и дополнительных степеней подвижности исполнительных органов робототехнических средств, обеспечивающих их гибкость и высокую функциональную универсальность, но не приводящих к возникновению кинематической избыточности и снижению эксплуатационной надежности;

- модульный принцип конструктивной компоновки исполнительных органов робототехнических средств с размещением приводов непосредственно в узлах степеней подвижности, который обеспечивает возможность их ремонта с частичной заменой вышедших из строя элементов и блоков непосредственно в производственных условиях;

- выбор динамических и точностных свойств систем управления робототехнических средств, обеспечивающих максимальную эффективность и безопасность их функционирования;

- наличие развитого информационного обеспечения исполнительных органов робототехнических средств с помощью установленных на них различного рода тактильных, телевизионных, локационных и силомоментных датчиков, которое достаточно для эффективного операторного и автоматического режимов управления, достижения максимальной безопасности функционирования роботизированного производства;

- обеспечение минимально возможных значений энергопотребления электрооборудования и давления гидрооборудования приводов исполнительных органов робототехнических средств в составе роботизированного производства;

- обеспечение автоматической надежной фиксации исполнительных органов робототехнических средств с намеренно выключенными или случайно обесточенными приводами в производном их положении;

• яркая цветовая маркировка исполнительных органов робототехнических средств и мигающая световая сигнализация расположенных на них предупреждающих индикаторов, особенно на высокодинамичных кинематических звеньях;

• продуманная система автоматически действующих ограждений и блокировок для защиты обслуживающего персонала;

• средства программного обеспечения робототехнических средств и всего роботизированного производства, направленные на максимальную безопасность их функционирования.

Все перечисленные выше меры прямо или косвенно должны в своей совокупности создать для человека безопасную среду обитания на самом роботизированном производстве и не представлять со стороны последнего никакой опасности для окружающей антропогенной и природной среды.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Каковы основные аспекты безопасности функционирования автоматизированных и роботизированных производств?

2. В чем заключаются особенности автоматизированного производства?

3. Чем характеризуется роботизированное производство?

4. Как действует система автоматической защиты (ограждений, блокировок) для обеспечения безопасности обслуживающего персонала на роботизированном производстве?

5. Каковы особенности совместного функционирования основного технологического оборудования и робототехнического устройства в составе единого роботизированного комплекса?

6. Что можно предпринять для повышения надежности и безопасности роботизированного производства?

7. В чем заключается комплекс конструктивных, функциональных и организационных мер по обеспечению максимальной безопасности функционирования роботизированного производства?

## **5.3. Профессиональный отбор операторов технических систем**

Для успешной и эффективной работы человека в условиях современного производства, в том числе в составе автоматизированных и роботизированных технологических комплексов, требуется научно обоснованный и эргономически оправ-

данный профессиональный отбор операторов технических систем.

При этом важно, с одной стороны, обеспечить соответствие требований, предъявляемых к динамическим и психологическим свойствам человека, претендующего на работу оператора технических систем, тем качествам, которые потребуются от него при выполнении реальных рабочих обязанностей на практике. С другой стороны, не следует предъявлять в процессе такого отбора и завышенные требования к будущему оператору технических систем, поскольку известно, что в процессе обучения и после начала практической работы профессиональные навыки человека стремительно улучшаются и со временем все время совершенствуются.

Наиболее правильный и справедливый подход к профессиональному отбору операторов технических систем заключается в объективной оценке их способностей к выполнению данного рода деятельности. И речь скорее всего идет при этом не об уже имеющихся навыках человека, хотя это также важно, а о тех психологических свойствах и существующих у него, выработанных всей предшествующей жизнью динамических стереотипах, которые могут быть положены в основу дальнейшего профессионального обучения в качестве оператора конкретных технических систем.

Собственно, сам процесс профессионального отбора операторов основан на системном подходе и носит достаточно сложный, многоэтапный характер. Необходимость такой сложной многоэтапности продиктована той значительной степенью ответственности, которая ложится на человека, начинающего выполнять реальные операторские функции, и связана с ценой возможных ошибок, которые могут быть им допущены в процессе работы. В качестве такого рода цены выступают материальный ущерб, нанесенный технической системе и производству в целом, а также вредные или опасные воздействия, вызванные ошибочными действиями оператора по отношению к другим людям и окружающей природной среде.

На первом, подготовительном этапе к указанному профессиональному отбору формируется комплекс требований, которые предъявляет техническая система в процессе своего функционирования управляющему ею оператору. Это могут быть требования, учитывающие следующие факторы:

- психологическую обстановку операторской деятельности;
- объем, вид и необходимую скорость переработки предъявляемой оператору информации, связанной с принятием им ответных мер и решений;
- двигательную активность оператора, обусловленную характером принятых им решений и потребной скоростью ответных реакций на внешние воздействия со стороны технической системы и окружающей среды;
- режим труда и отдыха оператора при выполнении им заданных функций, продолжительность рабочих смен и рабочей недели, чередование периодов сна и бодрствования, длительность технических и обеденного перерывов;
- условия рабочей среды обитания оператора, комфортность микроклимата, наличие и уровень вредных или опасных воздействий, скорость нарастания и глубина вызываемого выполнением рабочих функций утомления.

На втором, также подготовительном этапе к профессиональному отбору операторов технических систем формируется система критериев оценки, которым должны удовлетворять претенденты на исполнение обязанностей оператора, для того, чтобы быть отобранными в таком качестве специальной комиссией. В качестве таких критериев могут выступать следующие показатели физического и психологического состояния человека:

- отсутствие противопоказаний по зрению, слуху, состоянию сердечно-сосудистой системы, наличию психических расстройств или предрасположенности к ним, заболеваниям органов движения и системы координации движений, алкогольной или наркотической зависимости;
- отсутствие противопоказаний по способности концентрации внимания, запоминанию показаний приборов, скорости переработки информации, принятию оптимальных решений (в том числе неожиданного, эвристического характера) в сложной меняющейся обстановке, скорости адекватной ответной реакции на предупреждающие или аварийные сигналы системы, способности противостоять в течение длительного времени развитию утомления и снижению работоспособности.

Кроме перечисленных требований общего характера, к потенциальным операторам может быть предъявлен целый ряд специальных критериев отбора, вытекающих из особенностей конструктивных и эксплуатационных свойств конкретной технической

системы, с которыми человеку придется столкнуться в процессе своей совместной работы с этой системой. Например, при отборе в отряд космонавтов, по сути выполнявших в космическом полете роль оператора сложной технической системы, учитывались способность выдерживать длительные перегрузки и невесомость, устойчивость вестибулярного аппарата, психологическая совместимость экипажа и т.д.

Третий предварительный этап подготовки процесса профессионального отбора операторов заключается в разработке системы испытательных и проверочных тестов с учетом сформированных критериев оценки пригодности претендентов на роль оператора технической системы, а также методики проведения тестирования и отбора. По мере последовательного прохождения постепенно усложняющихся тестов к профессиональному отбору могут привлекаться и многочисленные существующие тренажеры, имитирующие реальные условия эксплуатации технической системы.

В настоящее время для обучения навыкам управления техническими системами разработаны весьма реалистичные аналоги рабочих мест операторов технических систем, использующие последние достижения электронного отображения информации, имитационного моделирования, компьютерной графики, управления моделями и т.д. Вот эти-то тренажеры и могут планироваться к использованию на завершающих стадиях профессионального отбора операторов.

После формирования всей методической и испытательной базы такого отбора наступает четвертый, наиболее ответственный его момент, заключающийся в непосредственном тестовом испытании людей на их соответствие предъявляемым к оператору требованиям. Для самой процедуры профессионального отбора важно, во-первых, создать обстановку, способствующую максимальному раскрытию возможностей человека, претендующего на роль оператора технической системы, а во-вторых, добиться определенной статистики в получении результатов испытаний для каждого из участников отборочного тестирования. Это может быть реализовано путем многократного предъявления человеку сходных по сложности тестовых задач и учета мнения нескольких специалистов отборочной комиссии.

Наконец, пятый и последний этап профессионального отбора операторов состоит в оформлении протоколов проведенных

тестов, испытаний и статистической обработке их результатов для получения адекватной оценки пригодности и степени предпочтительности выбора каждого из возможных претендентов. Для уверенного решения проблемы отбора целесообразно отбирать не одну, а несколько наиболее предпочтительных кандидатур на роль оператора, и в дальнейшем осуществлять их подготовку как единой группы обучения. Это выгодно и с экономических позиций, и с точки зрения надежности быстрой и равноценной замены основной кандидатуры оператора технической системы в случае его выхода из строя по болезни или каким-либо другим причинам.

В целом вся описанная выше многоэтапная процедура профессионального отбора операторов технических систем преследует главную и основную цель: обеспечение максимальной эффективности функционирования каждой технической системы, в которой человек выполняет заданные функции оператора с высокой степенью надежности. Соответственно, опасность отказа таких человеко-машинных комплексов будет с точки зрения влияния действий оператора практически минимизирована, что в свою очередь сведет к минимуму и вероятность развития обратных негативных воздействий на человека и окружающую природную среду со стороны самой технической системы.

В частности, в ВВС США в результате правильно организованного профессионального отбора операторов для обучения наблюдается снижение: аварийности технических систем по вине персонала — на 40—70%; отсева обучаемых — на 25—30%; совокупных затрат на подготовку специалистов — на 30—40%. Главный итог — рост эффективности технических систем.

В целом к числу потенциально наиболее опасных технических систем, нуждающихся в строгом профессиональном отборе операторов для своего управления, относятся: реакторы атомных станций; энергоблоки тепловых и гидростанций; электропоезда метрополитена; тяжелые грузовые железнодорожные составы; атомные подводные лодки; сверхзвуковая, дальняя и тяжелая транспортная авиация; вертолетные комплексы; грузовые космические корабли; долговременные космические орбитальные станции; дистанционно управляемые робототехнические комплексы; многие другие сложные и многосвязные технические системы технологического и транспортного назначения с активным операторным управлением.

### ⑦ **Контрольные вопросы**

1. Каким основным свойствам должен отвечать оператор технических систем, в том числе автоматизированных и роботизированных комплексов?
2. Из каких основных этапов состоит общая процедура профессионального отбора операторов технических систем?
3. В чем заключаются подготовительные этапы отбора операторов?
4. Почему необходимо учитывать требования, предъявляемые к оператору со стороны самой технической системы?
5. Что может входить в состав критериев оценки пригодности операторов?
6. Для чего необходим этап подготовки тестов и методического обеспечения профессионального отбора операторов?
7. Какую роль выполняют тренажеры как аналоги технических систем?
8. Какие виды сложных технических систем нуждаются в процедуре профессионального отбора операторов управления?

## **5.4. Принципы и средства снижения травоопасности и вредного воздействия технических систем**

Представленные в главе 4 негативные факторы техносферы так или иначе могут действовать на человека и окружающую природную среду посредством конкретных технических систем. Поэтому одной из безусловных насущных задач безопасности жизнедеятельности является организация действенных мер по снижению вредного воздействия и травоопасности такого рода систем. Весь комплекс указанных мер можно разделить на несколько основных направлений, которые, характеризуясь соответствующими принципами и средствами, используются по мере необходимости либо порознь, либо совместно друг с другом. К их числу относятся:

- снижение уровня опасных, вредных воздействий со стороны самих технических систем, всемерное повышение безотказности их функционирования и надежности эксплуатации в целом;
- пространственное или временное разделение производственной среды обитания человека и зоны опасных, вредных воздействий со стороны технических систем, в том числе путем изоляции этих систем;

- ослабление влияния на человека опасных, вредных воздействий со стороны технических систем путем использования специальных защитных средств и мер индивидуального или коллективного характера;

- изоляция самого человека от действия опасных, вредных воздействий со стороны технических систем или природной среды с помощью индивидуальных или коллективных средств защиты.

Рассмотрим последовательно каждое из указанных направлений повышения безопасности жизнедеятельности человека на производстве.

Первое направление, связанное со снижением уровня опасных, вредных воздействий, генерируемых непосредственно самими техническими системами, предполагает проведение комплексного анализа возможностей модернизации этих систем для улучшения их конструктивного исполнения и совершенствования их эксплуатационных характеристик. В этом же ряду мероприятий по повышению безопасности жизнедеятельности человека находится и всемерное увеличение вероятности безотказной работы технических систем, надежности их эксплуатации.

Следует отметить, что данный путь снижения уровня опасных, вредных воздействий является наиболее кардинальным, приносящим наибольший эффект в части повышения безопасности жизнедеятельности. По сути дела, при этом устраняется сам источник генерации опасности, вреда или существенно снижается его негативная генерирующая способность.

В качестве одного из примеров такого рода вредных воздействий, от которых частично удалось избавиться, повлияв на сам источник проблемы, можно привести обнаруженные в 1980-х гг. озоноразрушающие свойства хлорфторсоединений, широко использовавшихся на тот момент в холодильной технике и бытовых аэрозолях. Массированное воздействие этих химических соединений на озоновый слой нашей планеты привело к возникновению в них обширных озоновых «дыр» над Южным и Северным полюсами, где изначально слой озона являлся наиболее тонким. Спустя короткое время, с помощью спутниковых систем наблюдения и мониторинга была обнаружена тенденция к стремительному расширению площади этих «дыр» и увеличению интенсивности падающего на поверхность Земли вредного ультрафиолетового излучения.



Благодаря объединению усилий международного сообщества и подписанию в 1987 г. Монреальского протокола (соглашения) о 50%-ном снижении выброса в атмосферу озоноразрушающих хлористых и фтористых химических соединений основными промышленно развитыми странами, а также повсеместному использованию ими в производстве бытовых аэрозолей безвредного сжатого воздуха, проблема роста озоновых «дыр» над нашей планетой была полностью разрешена. В настоящее время проводимые космические наблюдения показывают, что эти «дыры» постепенно самопроизвольно затягиваются и, если не будет вновь каких-либо негативных воздействий, полностью исчезнут уже примерно к 2015 г.

Точно так же, неизбежная в будущем замена морально устаревших и загрязняющих окружающую среду двигателей внутреннего сгорания, использующих углеводородное топливо, на принципиально иные виды топлива, энергии и конструкции систем движения автомобилей кардинально улучшит состав атмосферы огромных мегаполисов и будет способствовать повышению качества жизни человека. Однако в настоящее время по результатам обработки многочисленных проб воздуха, взятых в 2003 г. в Москве, загазованность вредными выхлопами двигателей на Варшавском шоссе превышает ПДК только по одному бенз(а)пирену, относящемуся к первому классу токсической опасности, более чем в 5 раз! В целом в черте города выявлено не менее 14 участков с повышенным и высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Не лишне еще раз повторить, что ликвидация источника, причины появления опасных, вредных техногенных воздействий представляет собой наиболее эффективный путь решения проблем повышения безопасности жизнедеятельности человека и окружающей природы.

Второе направление обеспечения безопасности человека заключается в пространственном или временном разделении месторасположения человека и зоны действия опасных, вредных факторов со стороны технических систем. Данное направление успешно используется при эксплуатации технических комплексов, снизить негативные воздействия со стороны которых не удастся. По сути дела, складывается следующая ситуация: если не удастся ликвидировать опасность самой угрозы, то необходимо принять все доступные меры, чтобы вывести из-под этой угрозы человека. С этой целью можно либо пространственно удалить

человека из сферы действия негативных факторов, либо разделить по времени действие этих факторов в каком-либо месте и присутствии в этом месте самого человека.

Примером пространственного удаления человека из экстремальной зоны является использование дистанционно управляемых манипуляторов при работе с высокорadioактивными веществами. Поскольку невозможно лишить указанные вещества присущей им природной radioактивности (ионизирующей способности), а как-то работать с ними все-таки необходимо, человек для обеспечения собственной безопасности применяет универсальные манипуляционные устройства шпагового или электромеханического типа. При управлении шпаговыми манипуляторами человек-оператор, работая с механическим задающим органом манипулятора, находится хотя и на безопасном для него удалении от источника radioактивности (например, за толстой бетонной стеной), но передает свои усилия на исполнительный орган манипулятора непосредственно с помощью пропущенных сквозь стену кинематических связей задающего и исполнительного органов, максимально допустимое взаимное удаление которых друг от друга не превышает нескольких метров.

Электромеханические копирующие манипуляторы лишены подобной необходимости близкого взаимного расположения задающих и исполнительных частей, поскольку имеют не механические, а электрические связи. В качестве приводов электромеханических манипуляторов используются, например, сельсины, работающие в индикаторном (повторяющем) режиме управления. Электрические сигналы от блока сельсинов задающего органа манипулятора могут быть переданы на огромные расстояния и будут в точности отработаны соответствующими сельсинами приводов степеней подвижности исполнительного органа. Тот же самый копирующий режим управления при этом реализуется, даже если человек и radioактивный источник излучения вообще находятся на разных планетах.

Примером временного разделения присутствия человека и опасных, вредных факторов может служить известная процедура рентгенографического обследования, когда врач, выполняющий функции оператора рентгенографической установки, подготовив снятие рентгенограммы, просто выходит в целях собственной безопасности из помещения, где будет действовать ионизирующее излучение, дистанционно включая рентгеновский аппарат

извне. Доза ионизирующего излучения, получаемая пациентом при общем рентгенографическом обследовании, сравнима по величине с годовой допустимой дозой такого излучения для человека в обычной жизни.

К подобному же методу временного разделения человека и опасности часто прибегают на производстве, используя автоматическую блокировку основного станочного технологического оборудования или промышленных роботов-манипуляторов, если в рабочей зоне их действия случайно оказывается человек, информация о присутствии которого поступает от системы локационных предупредительных датчиков на блокирующие устройства.

К рассматриваемому направлению обеспечения безопасности принадлежит также способ искусственной изоляции опасных технических систем от человека. Именно такую изоляцию осуществляет на роботизированном производстве автоматически опускающееся ограждение технологического модуля, где затем начинает действовать по заданной программе массивный промышленный робот-манипулятор.

Сходная тотальная изоляция вышедшей из строя технической системы была проведена и на Чернобыльской АЭС, где разрушенный четвертый энергоблок, ввиду его особой долговременной опасности, был просто замурован в многослойном бетонном «саркофаге».

Третье направление обеспечения безопасности жизнедеятельности, связанное с ослаблением влияния на человека опасных или вредных воздействий, является, пожалуй, наиболее распространенным и доступным способом снижения рисков получения травм или возникновения заболевания. Именно к этому направлению относятся различные виды вентиляции и коррекции микроклимата, использование защитных очков и дыхательных масок, брезентовых рукавиц и комбинезонов, теплоизолирующей одежды и обуви, вообще любых средств и методов, снижающих влияние на человека опасных, вредных факторов до предельно допустимого уровня и ниже.

Вся существующая в охране труда система пороговых безопасных значений негативных факторов, предельно допустимых уровней, доз, концентраций, выбросов и сбросов предполагает, что ниже этих критических значений опасные, вредные воздействия хотя и существуют реально, но вреда человеку не принесут. Каким образом будут обеспечены безвредные уровни, дозы,

концентрации — это уже вопрос конкретного выбора защитных средств и мер, но безопасные значения факторов должны быть обеспечены.

Наконец, четвертое из указанных основных направлений обеспечения безопасности жизнедеятельности предполагает изоляцию человека от действующих негативных факторов техногенной или природной среды. К таким изолирующим от внешней среды средствам относятся:

- специальные приборы, костюмы или скафандры индивидуальной защиты, в том числе акваланги, противопожарные дыхательные приборы, костюмы химической защиты, скафандры биологической защиты, космические скафандры, подводные скафандры, скафандры-экзоскелетоны;

- специальные сооружения индивидуальной или коллективной защиты, в том числе выполняющие функции пространственного перемещения, — космические корабли и орбитальные станции, подводные лодки и «дома», глубоководные батискафы, ядерные бомбоубежища.

Все перечисленные объекты, находясь в сверхэкстремальных условиях, позволяют все же за счет изоляции человека от этой среды создать и удерживать вокруг него в течение сравнительно долгого времени допустимые условия микроклимата, обеспечивающие выполнение заданных работ или проведение исследований и дистанционных наблюдений, а также просто спасение от действия опасных для человека внешних факторов. К наиболее важным особенностям указанных объектов защиты человека следует отнести небеспредельность их действия как по уровню негативных воздействий, от которых они могут защитить человека, так и по длительности этой защиты.

Из конструктивных особенностей российских космических скафандров «Орлан-М», предназначенных для работы в открытом космосе, можно отметить их высокую автономность, обеспечивающую космонавтам непрерывное время пребывания за бортом космической станции до семи часов.

Для защиты космонавта, находящегося в скафандре, от действия жестких ионизирующих излучений в конструкции подобных средств пребывания человека в открытом космосе обычно предусмотрена плотная оболочка, закрывающая все жизненно важные и наиболее чувствительные к действию проникающих излучений внутренние органы. К сожалению, защитные свойства этой оболочки также ограничены и вряд ли смогут противостоять

излучению мощной солнечной вспышки. Поэтому в случае такой вспышки наземные службы обязаны предупредить об этом космонавтов, находящихся в открытом космосе, у которых останется время, чтобы вернуться под защиту космической станции, способной выдержать ионизирующие излучения даже солнечных вспышек.

Сама идея промышленного освоения человечеством около-солнечного космического пространства была предложена русским основоположником мировой космонавтики К.Э. Циолковским (1857—1935). Ему принадлежат и описания космических поселений, в которых люди проводят значительную часть своей жизни. В реальности один из российских космонавтов-«долгожителей» действительно провел на борту орбитальной космической станции около полутора лет, дав огромный материал по космической медицине и безопасности жизнедеятельности человека в состоянии невесомости.

Одним из распространенных видов автономных изолирующих приборов является подводный акваланг, изобретенный в 1942 г. известным французским океанографом Ж.-И. Кусто (1910—1997). Имея в своем составе запас сжатого воздуха под избыточным давлением, этот прибор позволяет человеку находиться под водой несколько десятков минут. В дальнейшем, стремясь еще больше расширить присутствие человека в подводной среде, Ж.-И. Кусто предложил идею создания отдельных подводных «домов», где люди могли бы непрерывно жить в течение длительного времени.

Эти сооружения, созданные по инициативе и при непосредственном участии Ж.-И. Кусто в первой половине 1960-х гг., были установлены поочередно в Средиземном и Красном морях и обеспечивали, как и было задумано, по сути, непрерывное пребывание и работу людей в подводном мире. Одной из интересных с точки зрения безопасности жизнедеятельности особенностей таких средств коллективной защиты от негативных факторов окружающей подводной среды является состав газовой атмосферы подводных «домов», предназначенных для длительного пребывания людей на глубине до 30 м. Для предотвращения так называемой кесонной болезни, связанной с длительным пребыванием человека под действием избыточного внешнего давления, в газовой смеси, предназначенной для дыхания людей, непрерывно проживавших на глубине в тече-

ние недели, была произведена замена азота на гелий. Успешным проведением эксперимента была доказана возможность освоения человеком в будущем всего континентального шельфа нашей планеты и обеспечения при этом безопасности его жизнедеятельности.

Обращает на себя внимание тот факт, что вообще проникновение и длительное пребывание человека в сверхэкстремальных условиях окружающей среды, будь то космическое пространство или подводный мир, обязательно связано с изоляцией человека от этих условий, высоким риском его пребывания в них, но в конечном итоге ведет к огромному расширению жизненного пространства всего человечества и, если угодно, практически безграничной экспансии ноосферы в окружающем мире.

Возвращаясь к обеспечению безопасности жизнедеятельности человека при опасных, вредных воздействиях со стороны технических систем, рассмотрим более подробно средства защиты, которые относятся к третьему направлению и призваны ослаблять негативное влияние техносферы.

Прежде всего, одной из основных задач создания безопасных условий жизнедеятельности человека является нормальный микроклимат его среды обитания. С этой точки зрения огромную роль играют средства общей, местной или локальной вентиляции, которые призваны обеспечить интенсивность воздухообмена из расчета не менее  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного человека. В настоящее время распространены установки кондиционирования воздуха, которые обеспечивают не только требуемый воздухообмен, но и поддержание заданной нормальной температуры воздуха, что особенно важно для регионов с жарким климатом. Более сложные климатические установки дополнительно поддерживают и заданную влажность воздуха.

Наличие в воздухе загрязняющих аэрозолей заставляет использовать марлевые дыхательные маски, простейшие респираторные приспособления для защиты органов дыхания, которые безусловно полезны для использования, в том числе и в периоды распространения вирусных заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем.

Одним из наиболее эффективных фильтрующих средств защиты человека от опасных и вредных воздействий химического характера со стороны технических систем до сих пор остается противогаз. К сожалению, при всей простоте использования это-

му устройству присущи несколько недостатков. Во-первых, неправильно подобранный или неправильно надетый противогаз может утратить фильтрующий эффект. Во-вторых, непрерывно находиться в противогазе длительное время человеку невозможно, да и фильтрующая его способность постепенно снижается. В-третьих, противогаз не является универсальным средством защиты от всех токсических веществ, обладая лишь выборочным действием к наиболее вероятным из них.

Наконец, противогаз не эффективен при микробиологическом воздействии.

Из противошумовых средств индивидуального пользования наиболее часто используются специальные высокоэффективные звукоизолирующие наушники, которыми пользуются рабочие кузнечно-прессовых цехов или персонал, обслуживающий палубные взлет и посадку реактивных самолетов на авианесущих военных кораблях. Из коллективных средств противошумовой защиты распространены специальные звукопоглощающие конструкции и материалы наподобие тех, которыми оснащены помещения для озвучивания фильмов или музыкальной записи.

Защитой от слепящих световых воздействий технических систем, например при плавке металла, сварке, работе с лазерными установками, служат специальные сварочные маски или защитные очки, фильтрующие характеристики которых должны соответствовать основной части спектра и уровню интенсивности действующего светового излучения.

В качестве электрических средств защиты наиболее распространены специальные предохранители и устройства токовой защиты, встраиваемые непосредственно в электрические цепи и срабатывающие в случае их перегрузки по току потребления или короткого замыкания в цепи. К электроизолирующим относятся специальные покрытия и материалы, которые составляют верхние защитные слои большинства электрических проводов. Промышленностью выпускаются специальные ленточные электроизолирующие материалы, применяемые для изоляции мест соединений электрических проводов. Наконец, для возможности обслуживания электрических сетей специально подготовленным и аттестованным персоналом существуют электроизолирующие перчатки, рассчитанные на обычное бытовое напряжение. Выпускается и большое количество электроизмерительных средств аналогового или цифрового исполнения.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Каковы основные направления (принципы) обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и снижения опасных или вредных воздействий на него со стороны технических систем?

2. Какое направление повышения безопасности человека является наиболее действенным и почему?

3. В чем заключается основной смысл пространственного или временного разделения сферы присутствия человека и сферы негативных воздействий со стороны технических систем?

4. Почему принцип ослабления действия негативных факторов техносферы является наиболее распространенным методом обеспечения безопасности жизнедеятельности человека?

5. Какие средства изоляции человека от сверхэкстремальных условий окружающей среды используются наиболее часто?

6. Какие перспективы взаимодействия человека с окружающей негативной средой демонстрируют эксперименты с длительным его проживанием в подводных и космических условиях?

7. Каковы наиболее распространенные средства обеспечения нормального микроклимата среды обитания человека?

8. Какими достоинствами и недостатками обладает противогаз и какова сфера его применения?

9. Что наиболее часто используется в качестве противошумовых, противослепящих и электроизолирующих средств защиты?

## **5.5. Доврачебная помощь пострадавшим**

Несмотря на все усилия организаторов производства и эксплуатации технических систем, вклад последних в существующий уровень гибели людей, травматизма и профессиональных заболеваний огромен. При этом следует выделить по меньшей мере две основные сферы влияния негативных техногенных воздействий, факторов:

- сфера производственная, связанная с выпуском какой-либо продукции, работой стационарно установленного производственного оборудования на территории промышленных предприятий;

- сфера эксплуатационная, связанная с использованием технических систем по их целевому назначению, причем в свою очередь из этого числа выделяются строения и сооружения, транс-



портные системы, производственное оборудование, электронные и бытовые системы.

По итогам статистики, в последние 20 лет XX в. произошло 56% наиболее крупных техногенных катастроф из известных в мире. Особенно удручает состояние дел с техногенной аварийностью в нашей стране. Только за один 1988 г. у нас в промышленности пострадали около 690 тыс. человек. Уровень безопасности проведения производственных процессов ниже зарубежных аналогов в 5—10 раз. Лишь 6% продукции, выпускаемой нашей промышленностью, соответствует существующим требованиям по безопасности. Из выборочной проверки 31 вида промышленного оборудования 27 видов не удовлетворяет установленным требованиям по уровню вибраций, шумообразованию, пылеобразованию и другим показателям, причем отдельные виды превышали нормы по вибрациям в 2—4 раза, а по шумообразованию — даже в 20 раз.

Пожарная безопасность и надежность наших судов морского флота примерно в 8 раз ниже, чем соответствующие показатели развитых зарубежных стран. Безопасность автомобильного транспорта, оцениваемая величиной пробега на одно ДТП, в нашей стране ниже, чем за рубежом, примерно в 100 раз. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2002 г. на российских дорогах погибли 33 234 человек, а в 2003 г. — уже 35 605 человек. По оценке зарубежных экспертов, в России на автодорогах царит настоящая «вакханалия смерти».

Только в феврале 2004 г. в Москве произошли обширные обрушения кровли зданий «Трансвааль-парка» в Ясеневе на площади около 5000 м<sup>2</sup> с большими человеческими жертвами и автостоянки фирмы «Метро» на Дмитровском шоссе. Расследуется качество проектных разработок этих сооружений, проведенных строительных работ, процессов эксплуатации.

Все вышеперечисленное приводит к отчетливому пониманию того, что сложность современных технических систем в сочетании с несовершенством отечественного промышленного производства и безалаберностью эксплуатации этих систем делают жизнь человека, даже без учета сложных природных условий и постоянной угрозы терроризма, весьма далекой от состояния безопасности.

Поэтому одним из возможных направлений уменьшения страданий и снижения риска гибели людей, которые попали в техно-

генную или другого рода аварию, является применение элементарных приемов *доврачебной помощи*. Статистика показывает, что значительное число пострадавших в таких авариях погибает именно из-за того, что не была своевременно оказана простейшая, пускай и неквалифицированная помощь. Поэтому безусловный долг любого человека состоит хотя бы в попытке ее оказания.

Наиболее частые виды нарушений нормального состояния человека в результате негативных техногенных воздействий включают в себя:

- ушибы, сотрясения мозга, растяжения, вывихи, травмы позвоночника;
- кровотечения внешние и внутренние;
- переломы пальцев, конечностей, ребер грудной клетки, позвоночника;
- повреждения глаз, мягких тканей головы, черепно-мозговые травмы;
- тепловой удар, потеря сознания, шок, остановка дыхания;
- перебой и прекращение сердечной деятельности;
- отравления при дыхании, приеме пищи, через кожу;
- повреждения кожи при химических ожогах, термические ожоги;
- обморожения, переохлаждение.

Последовательно рассмотрим перечисленные виды травм и повреждений с указанием наиболее важных особенностей доврачебной помощи.

Ушибы предполагают импульсное механическое воздействие на мягкие или костные ткани тела человека без развития внешнего кровотечения. Результатом ушиба становится образование так называемой гематомы, связанной с подкожным повреждением сосудов и частичным их внутренним кровоизлиянием. При этом наблюдается образование синяков, шишек, болезненных областей изменения цвета кожи. Первая помощь пострадавшему заключается в прикладывании к месту ушиба кусочков льда или снега, завернутых в платок или кусок ткани, смоченной холодной водой ткани.

При ушибах головы возможно и сотрясение мозга, сопровождающееся потерей сознания, рвотой, головокружением, потерей ориентации, нарушением координации движений и чувства равновесия. Первая помощь требует приведения по-

страдавшего в сознание, его покоя в лежачем положении, интенсивного притока свежего воздуха, прохладного головного компресса.

Растяжения возникают при повреждении суставных сумок конечностей, не приведших сустав к тяжелому состоянию вывиха. Подобное повреждение может сопровождаться внутренним кровоизлиянием мелких сосудов, развитием опухоли травмированного сустава, его болезненным состоянием и потерей подвижности. В качестве первой помощи необходим холодный компресс на поврежденный сустав, его иммобилизация и фиксирующая повязка, желателен покой травмированной конечности.

Вывихи сопровождаются выходом сопрягающихся в суставе костей конечности или пальцев из нормального состояния контакта друг с другом, возможным разрывом связок, травмой суставной сумки, чрезвычайной болезненностью травмы, развитием шокового состояния, неестественностью положения вывихнутой конечности без нарушения внешних кожных покровов, быстрым развитием опухоли травмированного сустава. Распространенный способ дерганья за большую конечность может привести к еще большему ухудшению состояния пострадавшего. Поэтому вправлять вывихнутый сустав должен лишь знающий врач-травмотолог. До специальной врачебной помощи возможно использовать холодный компресс и фиксацию вывихнутой конечности в наименее болезненном состоянии. Важно снять болевой шок пострадавшего с помощью анальгина или любого другого обезболивающего средства.

Травмы позвоночника могут возникать в результате компрессионного удара, чрезмерной статической или динамической нагрузки при усилиях, поднятия тяжестей. Они сопровождаются резкой болью и потерей подвижности пострадавшего. В качестве первой помощи необходимо обеспечить неподвижное лежачее положение пострадавшего, покой и фиксацию его на твердой ровной поверхности.

Кровотечения у пострадавших часто обусловлены техногенными авариями и опасны тем, что потеря большого количества крови может привести к гибели человека из-за прекращения снабжения кислородом клеток организма, в первую очередь головного мозга. Поэтому тяжесть кровотечений оценивают именно по объему кровопотерь: до 500 мл — небольшая, до 1000 мл — средняя, до 1500 мл и выше — массивная. Основная зада-

ча доврачебной помощи пострадавшему заключается в остановке кровотечения любыми доступными способами. В качестве таких способов наиболее часто выступают:

- наложение резинового или матерчатого жгута на травмированную конечность выше места кровотечения (не использовать веревку или электрический провод) на ограниченное время не свыше 1,5—2 ч с периодическим ослаблением жгута, если врачебная помощь отсутствует;

- наложение асептического тампона и давящей повязки на рану с фиксацией поврежденной конечности в неподвижном, желательнее более высоком положении, а в случае внешнего повреждения туловища — в покое;

- пальцевое прижатие поврежденной артерии сквозь тампон или давящую повязку до момента наложения жгута или в моменты его снятия.

Промывание самой раны запрещается даже антисептическим раствором, следует лишь обработать йодом или этиловым спиртом кожу вокруг раны и аккуратно очистить ее продезинфицированной рукой, если это возможно, от посторонних включений в виде кусочков стекла, дерева, других материалов. К сожалению, доврачебная помощь своими силами при внутренних кровотечениях практически невозможна и следует лишь обеспечить пострадавшему максимальный покой и неподвижность в наименее болезненном для него лежачем положении.

Переломы костной ткани являются не менее распространенным видом телесных повреждений человека при техногенных авариях и катастрофах, чем рассмотренные выше кровотечения. Травмы костей сопровождаются, как правило, и одновременным повреждением окружающих тканей, что делает любой перелом весьма болезненным для человека. По тяжести переломов различают трещины костной ткани, закрытые переломы без смещения костей, закрытые переломы со смещением костей, открытые переломы.

Наименее тяжелыми повреждениями являются трещины костной ткани, которые не нарушают окончательно поперечной целостности костей, но все-таки требуют фиксации травмированной костной ткани и времени для ее заживления. Основным методом выявления любых закрытых повреждений костей в больничных условиях является рентгенография. Именно с помощью квалифицированно выполненной рентгенограммы опытный врач-рентгенолог с высокой степенью вероятности обнаружит

трещины и закрытые переломы костей, поставит диагноз и будет рекомендовать режим лечения. Однако в момент, когда пострадавший еще не попал в больницу и внутренние повреждения человека не определены, следует постараться хотя бы уменьшить его болезненные ощущения. Кстати, указанная неопределенность диагноза заставляет с большой осторожностью относиться к подозрениям на вывих конечностей, так как попытка самостоятельного вправления «псевдовывиха» при действительном переломе костей будет равносильна еще большему ухудшению состояния пострадавшего.

Любой перелом сопровождается не только крайне болезненными ощущениями пострадавшего и даже болевым шоком с потерей сознания, но и быстрым образованием опухлости мягких тканей вокруг поврежденных костей, повышением температуры, ознобом, головокружением и слабостью.

В силу указанных выше причин необходимо дать пострадавшему обезболивающее и наложить фиксирующую повязку на место перелома, одновременно побеспокоившись об иммобилизации травмированной костной ткани и подготовке пострадавшего к дальнейшей транспортировке в ближайшее лечебное учреждение.

Довольно часто используемый медицинский термин иммобилизация (от лат. *immobilis* — неподвижный) означает создание неподвижности какой-либо поврежденной части тела человека в лечебных целях, например при переломах костей. Для обеспечения подобной иммобилизации в условиях лечебного учреждения врачом (уже после проведенного рентгенографического обследования) на поврежденную часть тела накладывается влажная гипсовая повязка, которая после своего затвердевания выполняет фиксирующие и защитные функции, позволяя поврежденной костной ткани срастись в течение нескольких последующих недель.

В условиях доврачебной помощи важно не усугубить положение пострадавшего человека, для чего в целях иммобилизации потенциального перелома, во-первых, при наложении фиксирующей повязки на поврежденное место дополнительно используют подручные твердые и, по возможности, гладкие предметы, которые начинают играть роль неподвижной основы для частей сломанной кости. Во-вторых, перевязанную конечность с подозрением на перелом желательно как-то зафиксировать в неподвижном состоянии относительно тела пострадавшего человека.

Например, травмированную и перевязанную руку желательно неподвижно прибинтовать к телу человека или повесить на широкую перевязь, закрепленную вокруг его шеи. В любом случае иммобилизация должна обеспечить обездвиживание суставов, находящихся выше и ниже места перелома.

Безусловно, поврежденная нога с подозрением на перелом после ее продольной иммобилизации ни в коем случае не может служить опорой для пострадавшего человека. Наступать на нее ни в коем случае нельзя, так как это может привести к дополнительному смещению сломанных костей друг относительно друга, поэтому остается лишь обеспечить пострадавшему максимальный покой и неподвижность.

В случае переломов пальцев рук при доврачебной помощи ограничиваются фиксирующей повязкой и возможной иммобилизацией всей кисти травмированной руки, поскольку обычно имеет место значительное распухание сломанных пальцев. Одновременно можно использовать и холодный компресс для частичного блокирования роста гематомы.

Переломы ребер, случающиеся при падениях или внешних ударах человека, зачастую никак себя не обнаруживают, но за грудиной ноющая боль, острая боль при поворотах или наклонах туловища должны насторожить человека и заставить его обратиться к врачу для рентгенографического обследования. К тому же, как и любые переломы, травма ребер обязательно сопровождается повышением температуры тела и возможным ознобом. Доврачебная помощь может заключаться в наложении фиксирующей повязки вокруг грудной клетки пострадавшего и покое в лежачем положении.

Наиболее тяжелым по своим последствиям безусловно является перелом позвоночника человека, поскольку именно в позвоночном столбе сосредоточено огромное число нервных клеток, отвечающих за подвижность различных частей организма. Поэтому, помимо болезненности самой травмы, чрезвычайно сложной восстанавливаемости гибкой позвоночной системы, при такого рода переломах возможны и эффекты частичной парализации тела пострадавшего, что делает состояние человека многократно более тяжелым.

Единственно возможным способом доврачебной помощи при переломе позвоночника является полное обездвиживание тела пострадавшего в лежачем положении на спине на горизонтальной твердой и желательно гладкой поверхности. Одновременно

надо подготовить все необходимое для транспортной иммобилизации человека, привести его в сознание, дать обезболивающее, обеспечить доступ свежего воздуха.

Еще одним крайне тяжелым случаем перелома являются открытые переломы, при которых обломки костей могут нарушить целостность мышечных тканей и кожных покровов, приводя еще и к обильному кровотечению. Вся сложность ситуации в данном случае заключается в комбинированном характере травмы, ее сочетанном действии, когда к болевым и травматическим последствиям самого перелома примешивается также и разрыв покровных тканей со значительными кровопотерями. Болевой шок пострадавшего может сопровождаться и психическим шоком, вызванным внешним видом травмы. Поэтому доврачебная помощь затрагивает не только наложение давящей повязки на поврежденное место, но и приведение человека в чувство. Обязателен прием пострадавшим обезболивающего средства, а возможно и успокаивающего. Вправлением осколков костей при перевязке открытого перелома заниматься не следует, лучше обратить внимание на остановку кровотечения, желательно без использования кровоостанавливающего жгута.

В целом, любые виды переломов безусловно требуют от пострадавшего преодоления состояния болевого шока и предельно низкого уровня активности и подвижности, желательно до прибытия квалифицированной медицинской помощи обеспечить перевязку и иммобилизацию места перелома, с тем чтобы с наименьшими болевыми ощущениями выдержать последующую транспортировку в лечебное учреждение.

Переходя к следующему виду травм, следует отметить, что встречающиеся повреждения глаз являются чрезвычайно болезненными и по своим последствиям стоят на одном из первых мест по тяжести. Дело здесь заключается и в значении для человека самого зрения, которое составляет каждому из нас свыше 80% информации об окружающем мире, и в близости расположения глаз к головному мозгу, и в невозможности восстановления травмированного органа зрения. К сожалению, доврачебная помощь заключается чаще всего лишь в удалении из поврежденного глаза, если это возможно, осколков стекла или других чужеродных фрагментов и наложении повязки на поврежденный глаз без его обработки водой или антисептиком. Исключение составляет раствор альбуцида, но надеяться, что он окажется под рукой в момент травмы или сразу после нее, не приходится.

Повреждения мягких тканей головы квалифицируются специалистами как серьезные, но все-таки сравнительно быстро заживающие. Поэтому при доврачебной помощи речь идет прежде всего об остановке кровотечения с помощью асептических тампонов и марлевых повязок, покое и выведении из шокового состояния, если таковое имеет место.

Чрезвычайно серьезными и имеющими далеко идущие для пострадавшего последствия имеют черепно-мозговые травмы, составляющие в процентном отношении до трети в общей структуре травматизма. Различают закрытые и открытые травмы головы. В первом случае повреждения не затрагивают целостность мягких покровов черепа или они есть без повреждения сухожильного шлема головы. При этом распространены ушибы мозга о внутреннюю поверхность черепа и более серьезное сдавливание мозга. В том и другом случае возможна потеря сознания до нескольких суток, рвота, слабый пульс. По возвращении сознания наблюдаются слабость, головная боль, шум в ушах. Возможны нарушения речи, параличи, состояние комы.

Повреждения костей свода черепа сопровождается часто упомянутыми выше сотрясениями, ушибами и сдавливанием мозга. Переломы костей основания черепа могут сопровождаться проникновением инфекции в полость черепа и воспалением оболочки мозга.

Доврачебная помощь при черепно-мозговых травмах затруднена возможностью бессознательного состояния пострадавшего, которого необходимо уложить с повернутой набок головой, обеспечить обильный приток свежего воздуха, сделать асептическую повязку травмированного места головы при открытых повреждениях, избегая прямого механического контакта повязки с мозгом.

Тепловой удар (гиперпирексия) является весьма распространенным явлением в случае перегрева человеческого организма либо при выполнении чрезвычайно тяжелой работы в горячих цехах, либо вследствие долгого пребывания на солнце при высокой температуре воздуха. Сопровождается, как правило, повышением температуры тела до 40°C, слабостью, головной болью, «звоном» в ушах, головокружением, частым пульсом, потерей сознания, рвотой, судорогами, редко состоянием комы.

Доврачебная помощь пострадавшему от теплового удара заключается в перенесении его в прохладное место с прито-



ком свежего воздуха, освобождении от одежды, обертывании мокрой простыней, орошении холодной водой, постановке холодного компресса на голову, снабжении обильным холодным питьем, а в случае необходимости — проведении реанимационных мероприятий с искусственным дыханием и непрямым массажем сердца.

Потеря сознания пострадавшего, кроме теплового удара, может сопровождать многие травмы и наступать вследствие превышения болевого порога, кислородной недостаточности (гипоксии), психического шока и т.д.

Доврачебная помощь потерявшему сознание обязательно должна сопровождаться освобождением его дыхательных путей от запавшего в гортань языка или очищением рта от рвотной массы. Лучше, если пострадавший после этого будет уложен с повернутой набок головой и к нему будет обеспечен приток свежего прохладного воздуха. Возможно использование раствора нашатырного спирта для приведения пострадавшего в чувство. Желательно, конечно, чтобы пострадавший от какой-либо травмы все-таки находился в сознании. Это существенно облегчит усилия находящихся рядом людей по оказанию ему необходимой помощи.

Состояние шока (от франц. choc — удар, потрясение) является достаточно распространенным при получении серьезных травм или крупных техногенных авариях, свидетелем которых стал человек. Квалифицируется как угрожающее жизни состояние, характеризующееся недостаточным кровоснабжением тканей с нарушением функций жизненно важных органов. Сопровождается развитием тахикардии и сужением сосудов почек, легких, печени, кожи, мышц, что может привести к необратимому поражению клеток указанных органов и тканей.

В зависимости от причин возникновения различают следующие виды шока: болевой, геморрагический (после кровопотери), гемолитический (при переливании интогруппной крови), травматический (после тяжелых повреждений), ожоговый (после обширных ожогов) и некоторые другие виды. Проявляется в падении артериального давления, слабости, ускоренном пульсе, полной потере сознания или его нарушении (ступор, бессмысленные движения, неадекватное восприятие), бледности, «мраморной» окраске кожи, цианотичности (синюшности), повышенном потоотделении, рвоте, похолодании конечностей, нарушении дыхания.

Оказание доврачебной помощи при шоке пострадавшего заключается в его укладывании в горизонтальное положение с повернутой набок головой, обеспечении хорошей вентиляции, принимаются меры для ликвидации вызвавших шок факторов (остановка кровотечения, обезболивание), предпринимаются меры для восстановления дыхания.

В случае остановки дыхания при различных видах повреждений промедление в оказании пострадавшему доврачебной помощи просто недопустимо, так как процессы гибели клеток его организма, и в первую очередь головного мозга, развиваются при асфиксии (отсутствии кислорода) очень стремительно, и счет времени идет буквально на минуты. Для проведения искусственного дыхания по методу «рот в рот» необходимо освободить рот и гортань находящегося без сознания человека, лежащего на спине, положить ему одну руку под шею, а второй рукой зажать ему нос и максимально запрокинуть голову пострадавшего назад, что приведет к самопроизвольному открыванию его рта. Далее, глубоко набрав воздух и прижав свой рот ко рту пострадавшего, сделать резкий выдох, что должно привести к заполнению его легких выдохнутым воздухом и поднятию грудной клетки. После этого необходимо освободить рот пострадавшего и предоставить воздуху свободно выходить из его легких под тяжестью грудной клетки, одновременно набирая свежий воздух для нового сильного выдоха в его рот. Частота таких принудительных циклов дыхания должна составлять 16—18 в минуту. После восстановления самостоятельного дыхания пострадавшего ему обеспечивается достаточный приток свежего воздуха, а в случае возвращения в сознание — полный покой. При невозможности проведения искусственного дыхания «рот в рот» необходимо попытаться использовать аналогичный метод «рот в нос».

Таковыми же экстренными должны являться действия по оказанию доврачебной помощи при остановке сердца человека. При этом проводят так называемый непрямой массаж сердца, который заключается в следующем. Человек, проводящий реанимацию, укладывает находящегося без сознания пострадавшего на спину на твердую поверхность, кладет свою максимально раскрытую ладонь на его нижнюю треть грудины и начинает с усилием ритмично надавливать положенными друг на друга обеими руками и весом своего тела на грудную клетку пострадавшего. Глубина таких резких надавливаний должна составлять около 4—6 см, а их частота — примерно 60 в минуту. Начинать эти ре-

анимационные действия необходимо не позднее трех минут после наступления клинической смерти пострадавшего и сопровождать их одновременно проведением описанного выше искусственного дыхания. Лучше, если проводить непрямой массаж сердца и искусственное дыхание будут параллельно два человека, осуществляя 4—5 принудительных сокращений сердечной мышцы пострадавшего на один принудительный цикл искусственного дыхания.

Отравления на производстве через органы дыхания, пищевод или кожу могут быть чрезвычайно разнообразными и во многом зависят от вида действующего токсического вещества. Общая картина отравления включает в себя, как правило, развитие у пострадавшего слабости, головокружения, рвоты, судорог, синюшности, обильного потоотделения, затрудненности дыхания, перебоев сердечной деятельности.

Доврачебная помощь предполагает выведение пострадавшего на свежий воздух, обильное питье, проведение реанимационных действий в случае необходимости. Желательно также выяснить, какое вещество явилось причиной отравления пострадавшего для ускорения помощи ему в больнице.

Повреждения кожи при химических ожогах, термические ожоги, низкотемпературные обморожения имеют между собой одну сходную особенность — все они связаны с нарушением нормальной структуры верхнего кожного покрова (эпидермиса), который выполняет важнейшую роль в защите и обеспечении жизнедеятельности человеческого организма.

Химические ожоги обычно связаны с действием концентрированных кислот, которые могут сильно изувечить человека, а при значительной площади поражения кожи вызвать его гибель. Доврачебная помощь состоит в смывании остатков кислот с поверхности кожи обильным количеством воды и нейтрализации этих остатков щелочью (мылом, раствором стирального порошка). Возможно использование асептической защитной повязки на пораженном участке кожи. Ожоги щелочами нейтрализуются уксусом.

Термические ожоги, различающиеся по степени поражения кожи, требуют при доврачебной помощи накладывания сухой асептической повязки на наиболее пораженные участки конечностей или тела. Не следует смачивать в воде термические ожоги, прокалывать вздувшиеся на коже пузыри, очищать обожженную

поверхность кожи. Для уменьшения болевых ощущений пострадавшего следует использовать анальгин или другое средство.

Обморожения, как и ожоги, различаются по четырем степеням тяжести, две первые из которых связаны с потерей чувствительности кожи и появлением на ней пузырей, но проходят со временем без последствий. Третья и четвертая степени ведут к омертвлению соответственно всей толщи кожи и расположенных под ней мягких тканей и костей. При этом возможна ампутация поврежденных конечностей. Доврачебная помощь предполагает согревание и растирание пострадавших участков ладонями, смоченными водкой или спиртом, но никак не снегом. При переохлаждении важно не допустить снижения температуры всего тела пострадавшего ниже 30—31,5°C.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Какими причинами вызван высокий уровень профессиональных заболеваний и травматизма в нашей стране?

2. Каковы основные группы поражений организма человека в результате действия негативных факторов техносферы?

3. Почему важна именно доврачебная помощь пострадавшим в техногенных авариях или при негативных воздействиях со стороны технических систем?

4. Почему нельзя самостоятельно вправлять вывихи травмированных конечностей пострадавших?

5. На какое время можно накладывать на пострадавшего кровоостанавливающий жгут и что можно использовать для его изготовления?

6. Для чего и как применяется иммобилизация при переломах?

7. Каковы последствия черепно-мозговых травм?

8. Что делать при тепловом ударе пострадавшего?

9. Чем характеризуется состояние шока пострадавшего и какова должна быть при этом доврачебная помощь?

10. Как проводятся искусственное дыхание и непрямой массаж сердца пострадавшего при доврачебной помощи?

## ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

### 6.1. Общая характеристика чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и социального характера

*Чрезвычайная ситуация (ЧС)* — это состояние или обстановка на определенной территории, сложившиеся в результате аварии, катастрофы, опасного явления, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или уже повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери, нарушение условий нормальной жизнедеятельности человека.

Характерными для любого рода ЧС являются *чрезмерно высокие уровни негативных воздействий* на человека и среду его обитания, которые сразу переводят его жизнедеятельность из комфортных или допустимых условий в экстремальные или сверхэкстремальные условия с одновременным многократным повышением уровня риска и действующих опасностей.

При этом меняются и *приоритеты жизнедеятельности человека*, когда вместо обеспечения комфорта или высокой эффективности труда возникают задачи: сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба от действия негативных факторов, скорейшей ликвидации последствий ЧС и восстановления нормальной жизнедеятельности на пострадавшей территории.

Существующие *способы классификации ЧС* основаны на следующих основных критериях: природа (сфера) возникновения ЧС, масштабы последствий ЧС, источник ЧС и его ведомственная принадлежность, скорость развития ЧС.

*По природе (сфере) возникновения* все ЧС условно можно разделить на следующие большие группы:

- *техногенные ЧС*, возникшие на технических объектах или связанные с технологическими процессами (выбросы радиоак-

тивных веществ, аварии на химически опасных объектах, пожары и взрывы, разрушение строительных конструкций, транспортные катастрофы и т.д.), в том числе:

— *антропогенные ЧС*, вызванные негативным влиянием человека на техносферу (ошибочные или несвоевременные действия операторов, диспетчеров, пилотов, водителей и т.д.);

• *природные ЧС*, связанные с воздействиями стихийных явлений *физической природы* (наводнений, землетрясений, ураганов, цунами, селей, оползней и т.д.) на человека и его среду обитания, а также:

— *биологические ЧС*, вызванные массовым распространением инфекционных или паразитарных заболеваний среди населения (*эпидемии*), животных (*эпизоотии*) или растений (*эпифитотии*);

— *экологические ЧС*, вызванные негативным влиянием человека на окружающую природную среду (проливы нефти, засорение и поджоги лесных массивов, загрязнение атмосферы и водного пространства, разрушение озонового слоя, замусоривание околоземного космического пространства и т.д.);

• *социальные ЧС*, обусловленные с масштабными событиями в обществе и государстве (войны, вооруженные конфликты, столкновения на межнациональной и межрелигиозной основе, террористические акты, захваты заложников, погромы и т.д.);

• *комбинированные ЧС*, имеющие сочетанный, инициированный характер различных видов вышеперечисленных групп ЧС (рис. 6.1).

*По масштабам последствий* все ЧС в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1094 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» делятся на следующие основные виды:

• *локальная ЧС* — пострадало не более 10 человек, либо нарушены нормальные условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) на день возникновения ЧС и зона ее действия не выходит за пределы территории производственного или социального объекта;

• *местная ЧС* — пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены нормальные условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет более 1 тыс., но не более 5 тыс. МРОТ на день воз-

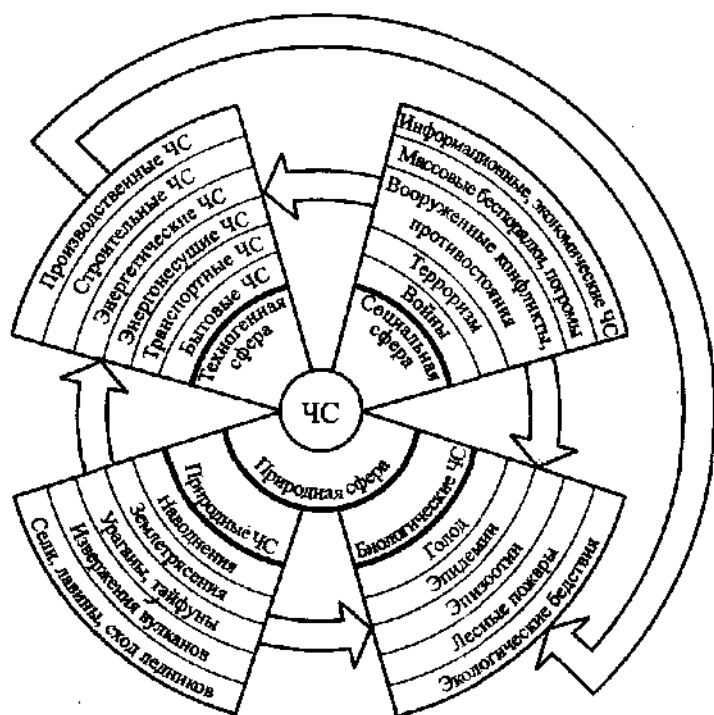


Рис. 6.1. Основные группы, виды и взаимовлияние различных чрезвычайных ситуаций (ЧС)

никновения ЧС и зона ее действия не выходит за пределы населенного пункта, города, района;

- *территориальная ЧС* — пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены нормальные условия жизнедеятельности от 300 до 500 человек, либо материальный ущерб составил от 5 тыс. до 0,5 млн МРОТ и зона ЧС не выходит за пределы субъекта Российской Федерации;

- *региональная ЧС* — пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены нормальные условия жизнедеятельности от 500 до 1000 человек, либо материальный ущерб составляет от 0,5 до 5 млн МРОТ и зона ЧС охватывает территорию двух субъектов Российской Федерации;

- *федеральная ЧС* — пострадало свыше 500 человек, либо нарушены нормальные условия жизнедеятельности свыше 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн

МРОТ и зона ЧС охватывает территорию более двух субъектов Российской Федерации;

• *трансграничная ЧС* — поражающие факторы выходят за пределы Российской Федерации или ЧС, произошедшая за рубежом и затрагивающая территорию Российской Федерации.

*Источником ЧС* в техногенной сфере, как правило, являются *опасные производственные объекты*, к числу которых Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» относит такие объекты, где используются:

— токсичные вещества с уровнем их средней смертельной концентрации в воздухе менее 0,5 мг/л;

— взрывчатые и горючие вещества;

— вещества, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

— виды оборудования, работающего с высоким избыточным давлением более 0,07 МПа;

— виды оборудования, работающего при больших температурах или при температуре нагрева воды более 115°C, и т.д.

Правительство Российской Федерации постановлением от 1 июля 1995 г. № 675 «О декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации» ввело для предприятий, учреждений, организаций всех форм собственности, в составе которых имеются опасные производственные объекты, обязательную *декларацию безопасности* для обеспечения мер по снижению риска возникновения ЧС.

В подобной декларации безопасности, необходимой как для действующих, так и для еще только проектируемых предприятий, должны быть отражены: общая характеристика опасного производственного объекта; анализ опасности промышленного объекта и возможные масштабы ЧС; мероприятия по обеспечению промышленной безопасности объекта; степень готовности к локализации и ликвидации последствий возможных ЧС; меры по информированию и эвакуации людей в случае ЧС; ситуационный план объекта.

Декларация безопасности представляется в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) при получении *лицензии* на осуществление деятельности, связанной с использованием опасных производственных объектов.

*По ведомственной принадлежности* ЧС в техногенной сфере разделяют на следующие виды: *промышленные, энергетичес-*



кие, строительные, транспортные, жилищно-коммунальные, сельскохозяйственные и т.д. Весьма распространенным является такой ход событий, при котором один вид техногенной ЧС по мере ее развития в дальнейшем может инициировать возникновение других видов ЧС, являясь своего рода «спусковым механизмом» целой череды последовательно возникающих катастроф.

По скорости развития ЧС в зависимости от времени их развития различают: взрывные, внезапные, скоротечные, плавные.

По структуре техногенных ЧС весь период их формирования, развития и завершения условно можно разделить на пять основных стадий (фаз):

- *первая стадия* — фаза накопления отклонений критически важных параметров в течение длительного времени, способных привести к формированию ЧС, когда ЧС еще можно легко предотвратить;

- *вторая стадия* — фаза инициирующего события, непосредственно предшествующего ЧС и дающего толчок к ее началу, когда в течение сравнительно короткого промежутка времени еще можно воспрепятствовать негативному развитию событий или существенно уменьшить возможный масштаб ущерба от их реализации;

- *третья стадия* — фаза активного развития, осуществления самой ЧС, связанная с воздействием на людей в течение очень короткого периода времени негативных факторов техносферы большой интенсивности, что и становится причиной разрушительных последствий и человеческих жертв;

- *четвертая стадия* — фаза действия остаточных и дополнительных (вторичных) поражающих факторов ЧС, завершающих процесс ее развития, возможна в течение сравнительно протяженного периода времени и при экспоненциально убывающей интенсивности негативных воздействий;

- *пятая стадия* — фаза активной ликвидации последствий ЧС, связанная с оказанием помощи пострадавшим людям и их эвакуацией, локализацией источника негативных воздействий и скорейшим снижению действия поражающих факторов до минимального уровня, восстановлением разрушенных коммуникаций и элементов инфраструктуры на всей территории распространения ЧС.

В зависимости от степени ущерба, причиненного возникновением ЧС, пятая стадия ее развития по времени может варьиро-

вать в весьма широких пределах, возможно даже совпадая частично с предшествующей четвертой стадией. Таким образом, очевидно, что максимальные усилия для предотвращения ЧС необходимо прикладывать еще на первой и второй стадиях, по сути, до ее возникновения.

Приведенная последовательность стадий (фаз) развития ЧС техногенной сферы характерна также для подавляющего большинства катастроф других видов (природных, экологических, социальных и т.д.). При этом невозможность предотвращения стихийных бедствий (землетрясений, наводнений, ураганов, цунами, извержений вулканов) на первых стадиях их развития должна восполняться предвидением надвигающейся природной катастрофы на основе оперативного анализа ее косвенных признаков, скорейшим оповещением населения о грозящей опасности и его эвакуацией в случае необходимости, подготовкой инфраструктуры среды обитания людей для снижению возможного ущерба при возникновении ЧС.

### ② *Контрольные вопросы*

1. Что такое «чрезвычайная ситуация»?
2. Каким образом влияют ЧС на жизнедеятельность человека?
3. Какие критерии используют для классификации ЧС?
4. На какие группы делят ЧС по природе (сфере) их возникновения?
5. Как определяют ЧС по масштабам последствий?
6. Что является источником возникновения ЧС в техногенной сфере?
7. Какие сведения о производстве должны быть указаны в «декларации безопасности», куда и для чего она предоставляется?
8. Как различают ЧС по ведомственной принадлежности и скорости их развития?
9. Какие стадии можно выделить в структуре ЧС и когда ущерб от ЧС можно свести к минимуму?
10. Каким образом нужно пытаться компенсировать невозможность предотвращения ЧС?

## 6.2. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны

В новейшей истории нашей страны одним из первых официальных документов, посвященных формированию единой государственной системы противодействия ЧС, явилось постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 1992 г. № 261 «О создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях». Указанным Постановлением устанавливалось, что Российская система предупреждения и действий в ЧС (РСЧС) создана с целью:

- предупреждения возникновения ЧС, своевременного оповещения населения об угрозе ЧС, заблаговременной организации мер по эвакуации населения и защите хозяйственных объектов;
- эффективного управления действиями по спасению людей, уменьшению ущерба общественному хозяйству и скорейшей ликвидации последствий ЧС при ее возникновении.

В настоящее время основными правовыми документами в сфере противодействия ЧС являются Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

*Основные задачи функционирования РСЧС* в соответствии с этими документами заключаются в следующем:

- разработка правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от ЧС;
- прогнозная оценка последствий различных видов ЧС;
- реализация целевых научных программ по предупреждению ЧС и повышению устойчивости хозяйственных объектов в условиях возникновения ЧС;
- обеспечение готовности к действиям по предупреждению и ликвидации ЧС централизованной системы управления РСЧС, а также выделенных для этого сил и технических средств;
- сбор и оперативная обработка информации по обеспечению эффективной защиты населения и территорий от действия ЧС;
- подготовка населения к возможным ЧС;
- формирование финансовых и материальных ресурсов для спасения людей в условиях ЧС и ликвидации последствий ЧС;

- проведение государственной экспертизы в области защиты населения и территорий от ЧС, оценка нанесенного ЧС ущерба;
- проведение спасательных операций при возникновении ЧС, оперативная ликвидация последствий ЧС;
- мероприятия по социальной помощи пострадавшему от ЧС населению, проведение гуманитарных акций;
- международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от ЧС.

*Базовые принципы функционирования РСЧС для выполнения указанных задач предусматривают:*

- невозможность полного исключения риска возникновения ЧС;
- обеспечение приоритета превентивной безопасности путем предупреждения и профилактики ЧС;
- координацию всех сил и средств, используемых при возникновении и в ходе ликвидации последствий ЧС;
- необходимость системного подхода к защите населения и территорий с учетом всего многообразия условий, видов и последствий возникновения ЧС;
- обеспечение правовой основы организации работы всех звеньев РСЧС с четким разграничением обязанностей и действий ее участников.

*Общая структура РСЧС отражает последний из перечисленных принципов и построена на основе функциональных и территориальных подсистем, организованных в пять структурных уровней:*

- *федеральный уровень* с зоной ответственности на всей территории Российской Федерации;
- *межрегиональный уровень* с зоной ответственности в каждом из девяти выделенных федеральных округов с центрами в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Ростове-на-Дону, Красноярске, Екатеринбурге, Новосибирске, Чите, Хабаровске;
- *региональный уровень* с зоной ответственности на территории каждого субъекта Российской Федерации;
- *муниципальный уровень* с зоной ответственности на территории района или города;
- *объектовый уровень* с зоной ответственности на территории хозяйственного объекта.

Общее руководство РСЧС на федеральном уровне возложено на *Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)*, которое с 1994 г. возглавляет министр

С.К. Шойгу (р.1955). Руководство деятельностью этого министерства осуществляет Президент Российской Федерации.

*Функциональные подсистемы РСЧС* создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы в области защиты населения и территорий от ЧС в сфере деятельности этих органов.

Так, функциональные системы *МЧС России* осуществляют мониторинг, лабораторный контроль и прогнозирование ЧС; предупреждение и тушение пожаров; предупреждение и ликвидацию ЧС на подводных потенциально опасных объектах, координацию деятельности по поиску и спасению людей во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации.

*Министерство природных ресурсов Российской Федерации* (МПР России) создает функциональные подсистемы противопаводковых мероприятий и безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Федерального агентства водных ресурсов (Росводресурсов); охраны лесов от пожаров и защиты их от вредителей и болезней леса (Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)); мониторинга состояния недр (Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра)).

Функциональные системы, создаваемые *Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору* (Ростехнадзором), осуществляют контроль за ядерно и радиационно опасными объектами, а также за химически опасными и взрывоопасными объектами.

В составе *Федерального агентства по атомной энергии* (Росатома) существует функциональная система предупреждения и ликвидации ЧС в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Росатома.

Функциональные подсистемы *Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды* (Росгидромета) осуществляют наблюдение, оценку и прогноз опасных гидрометеорологических и гелиогеофизических явлений и загрязнения окружающей природной среды; предупреждения о цунами (совместно с Геофизической службой Российской академией наук, МЧС России, Министерством информационных технологий и связи Российской Федерации (Мининформсвязи России), администрациями субъектов Российской Федерации в Дальневосточном регионе).

Функциональные подсистемы *Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации* (Минпромэнерго России) действуют в области предупреждения и ликвидации ЧС в

организациях (на объектах), находящихся в ведении Минпромэнерго России, Федерального агентства по энергетике (Росэнерго), Федерального агентства по промышленности (Роспрома) и Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирования), топливно-энергетического, оборонно-промышленного комплексов, гражданских отраслей промышленности и уничтожения химического оружия.

В Министерстве здравоохранения и социальной защиты Российской Федерации (Минздравсоцразвития России) действуют функциональные подсистемы Всероссийской службы медицины катастроф; резервов медицинских ресурсов; надзора за санитарно-эпидемиологической обстановкой; социальной защиты населения, пострадавшего от ЧС.

*Территориальные подсистемы РСЧС* созданы в субъектах Российской Федерации для предупреждения и ликвидации ЧС в пределах их территорий.

На каждом уровне РСЧС создаются координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи, оповещения и информационного оповещения.

*Состав РСЧС* структурных уровней включает в себя следующие основные компоненты:

*координационные органы РСЧС*, которыми являются комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, соответствующая комиссия организации (на объектовом уровне) и полномочный представитель Президента Российской Федерации (на межрегиональном уровне);

*постоянно действующие органы управления РСЧС*, которыми являются:

на федеральном уровне — МЧС России, подразделения федеральных органов исполнительной власти для решения задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО;

на межрегиональном уровне — территориальные органы МЧС России — региональные центры по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (РЦ ГОЧС);

на региональном уровне — территориальные органы МЧС России — органы, специально уполномоченные решать задачи ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации);

на муниципальном уровне — органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО при органах местного самоуправления;

на объектовом уровне — структурные подразделения организаций, уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО;

*органы повседневного управления РСЧС, которыми являются:*  
центры управления в кризисных ситуациях, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти;

центры управления в кризисных ситуациях региональных центров;

центры управления в кризисных ситуациях органов управления по делам ГО и ЧС, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы территориальных органов федеральных органов исполнительной власти;

единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований;

дежурно-диспетчерские службы организаций (объектов);  
*силы и средства РСЧС, к которым относятся специально подготовленные силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, предназначенные и выделяемые (привлекаемые) для предупреждения и ликвидации ЧС. Они делятся на две группы:*

силы и средства наблюдения и контроля;

силы и средства ликвидации ЧС.

В состав сил и средств каждого уровня РСЧС входят *силы и средства постоянной готовности*, предназначенные для оперативного реагирования на ЧС и проведения работ по их ликвидации.

Основу сил постоянной готовности составляют аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования, иные службы и формирования, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментом, материалами с учетом обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС в течение не менее трех суток.

*Координацию деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований федеральных органов исполнительной власти, общероссийских и межрегиональных*

общественных объединений, выполняющих задачи по проведению аварийно-спасательных работ на территории Российской Федерации, а также ведомственной, добровольной пожарной охраны, объединений пожарной охраны и муниципальной пожарной службы (охраны) осуществляет МЧС России.

Координацию деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований осуществляют органы управления по делам ГО и ЧС.

Привлечение аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к ликвидации ЧС осуществляется:

— в соответствии с планами предупреждения и ликвидации ЧС на обслуживаемых указанными службами и формированиями объектах и территориях;

— в соответствии с планами взаимодействия при ликвидации ЧС на других объектах и территориях;

— по решению федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, осуществляющих руководство деятельностью указанных служб и формирований.

Привлечение профессиональных аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к ликвидации ЧС *за пределами территории Российской Федерации* осуществляется по решению Правительства Российской Федерации в соответствии с нормами международного права на основе международных договоров Российской Федерации.

Аварийно-спасательные формирования *общественных объединений* могут участвовать в ликвидации ЧС и действуют под руководством соответствующих органов управления РСЧС.

Специально подготовленные силы и средства *Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов, выполняющих задачи в области обороны*, привлекаются для ликвидации ЧС в порядке, определяемом Президентом Российской Федерации.

Силы и средства *органов внутренних дел Российской Федерации*, включая территориальные органы, применяются при ликвидации ЧС в соответствии с задачами, возложенными на них законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

*Подготовка работников* федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Россий-



ской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, специально уполномоченных решать задачи по предупреждению и ликвидации ЧС и включенных в состав органов управления единой системы, организуется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Методическое руководство, координацию и контроль за подготовкой населения в области защиты от ЧС осуществляет МЧС России.

*Режимы функционирования РСЧС* включают в себя следующие основные состояния и соответствующие мероприятия:

- *режим повседневной деятельности*, характерный для состояния нормальной производственной деятельности при отсутствии угроз радиационной, химической, бактериологической, сейсмической, гидрометеорологической и других видов опасности;

- *режим повышенной готовности*, характерный для ухудшения нормальной обстановки при получении сведений о возможности возникновения ЧС и выполнения следующих мероприятий: принятие комиссиями по ЧС на себя функций руководства всеми звеньями РСЧС, формирование оперативных групп по выявлению обстановки в возможном районе ЧС, усиление контроля за состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных промышленных объектов, прогнозирование возможности и масштабов ЧС, принятие превентивных мер по защите населения и окружающей природной среды, обеспечение устойчивой работы хозяйственных объектов, приведение в готовность сил и средств РСЧС, уточнение действий;

- *режим ЧС*, характерный для состояний возникновения ЧС и ликвидации последствий ЧС, когда осуществляются: выдвижение в район бедствия сил и средств ликвидации ЧС, защита населения и ликвидация ЧС, определение зоны действия и масштабов ЧС, проведение спасательных и восстановительных работ, непрерывный контроль за состоянием аварийных объектов и окружающей природной среды, выделение необходимых ресурсов материально-технических и финансовых средств.

Управление РСЧС осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил РСЧС и населения.

*Информационное обеспечение* в РСЧС осуществляется с использованием автоматизированной информационно-управляющей системы, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации.

Для приема сообщений о ЧС, в том числе вызванных пожарами, в телефонных сетях населенных пунктов устанавливается единый номер — 01.

Проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС в рамках РСЧС осуществляется на основе федерального плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС, региональных планов взаимодействия субъектов Российской Федерации, а также планов действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

*Организационно-методическое руководство* планированием действий в рамках РСЧС осуществляет МЧС России.

При угрозе возникновения или возникновении региональных, федеральных и трансграничных ЧС режимы функционирования органов управления и сил соответствующих подсистем РСЧС могут устанавливаться решениями Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности.

При введении режима чрезвычайного положения по обстоятельствам, предусмотренным в п. «а» ст. 3 Федерального конституционного закона от 30 мая 2001 г. № 3-ФКЗ «О чрезвычайном положении», для органов управления и сил соответствующих подсистем единой системы устанавливается режим повышенной готовности, а при введении режима чрезвычайного положения по обстоятельствам, предусмотренным в п. «б» указанной статьи, — режим ЧС.

*Чрезвычайное положение* вводится лишь при наличии обстоятельств, которые представляют собой непосредственную угрозу жизни и безопасности граждан или конституционному строю Российской Федерации и устранение которых невозможно без применения чрезвычайных мер. К таким обстоятельствам относятся:

а) попытки насильственного изменения конституционного строя Российской Федерации, захвата или присвоения власти, вооруженный мятеж, массовые беспорядки, террористические

акты, блокирование или захват особо важных объектов или отдельных местностей, подготовка и деятельность незаконных вооруженных формирований, межнациональные, межконфессиональные и региональные конфликты, сопровождающиеся насильственными действиями, создающие непосредственную угрозу жизни и безопасности граждан, нормальной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления;

б) ЧС природного и техногенного характера, чрезвычайные экологические ситуации, в том числе эпидемии и эпизоотии, возникшие в результате аварий, опасных природных явлений, катастроф, стихийных и иных бедствий, повлекшие (могущие повлечь) человеческие жертвы, нанесение ущерба здоровью людей и окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности населения и требующие проведения масштабных аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В режиме чрезвычайного положения органы управления и силы РСЧС функционируют с учетом особого правового режима деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций.

Ликвидация ЧС осуществляется в соответствии со следующей установленной Правительством Российской Федерации классификацией ЧС:

*локальной* — силами и средствами организации;

*местной* — силами и средствами органа местного самоуправления;

*территориальной* — силами и средствами органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации;

*региональной и федеральной* — силами и средствами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне ЧС.

Ликвидация *трансграничной* ЧС осуществляется по решению Правительства Российской Федерации в соответствии с международными договорами.

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

Тушение пожаров в лесах осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

*Международная гуманитарная помощь* государствам, на территориях которых возникли ЧС, предоставляется в соответствии с международными договорами Российской Федерации в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

*Гражданская оборона* тесно связана с РСЧС и является важным направлением подготовки и обеспечения деятельности страны в особых условиях военного времени.

Организация, поддержание и эффективное функционирование всей системы ГО выступают как приоритетные государственные задачи оборонного строительства и осуществляются на основе Федерального закона от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне». В мирное время силы и средства ГО участвуют в решении задач, возникающих перед РСЧС.

*Гражданская оборона* представляет собой систему мероприятий, направленных на защиту населения и хозяйственных объектов Российской Федерации от опасностей, возникающих непосредственно при ведении военных действий или в результате их осуществления. Общее руководство по созданию и функционированию ГО возложено на Правительство Российской Федерации во главе с Председателем Правительства Российской Федерации, как начальником ГО страны. Министр МЧС России является первым заместителем начальника ГО Российской Федерации.

Руководство ГО в субъектах Российской Федерации, районах, городах и населенных пунктах возлагается на руководителей исполнительной власти, а в министерствах, агентствах и службах, учреждениях и организациях независимо от форм собственности — персонально на их руководителей.

Начиная с 1999 г., когда ГО была выведена из состава Министерства обороны Российской Федерации (Минобороны России), за обеспечение готовности всей системы ГО к действию, ее поддержание на высоком уровне, дальнейшее развитие и совершенствование отвечает непосредственно МЧС России.

Территориально-производственный принцип формирования РСЧС и ГО обязывает все органы власти от Правительства Российской Федерации до органов местного самоуправления, руководства предприятий и организаций в любой сфере деятельности участвовать в подготовке и проведении мероприятий, направленных на защиту людей и территорий при ЧС и военных угрозах.

В перспективе, по данным Центра стратегических исследований МЧС России, близость задач, решаемых РСЧС и ГО, а также возрастающая опасность международного терроризма приведут, вероятно, к созданию *Российской системы гражданской защиты* (РСГЗ) — единой государственной системы защиты населения и территорий в различных ЧС как мирного, так и военного времени, которая объединит в себе функции, силы и средства РСЧС и ГО, позволив повысить их эффективность и избежать взаимного структурного дублирования. Возможно также объединение в составе РСГЗ поисково-спасательной службы МЧС России и Войск ГО в *Государственную спасательную службу* (ГСС), функционирующую в мирное время в режимах РСЧС, а в военное время — в соответствии с установленными степенями готовности Вооруженных Сил Российской Федерации.

Появление РСГЗ позволит создать единую нормативно-правовую базу гражданской защиты в мирное и военное время, а также объединит системы управления и связи, силы и средства РСЧС и ГО для совместного решения стоящих перед ними общих задач.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Какую цель преследовало создание РСЧС?
2. Каковы основные задачи функционирования РСЧС?
3. В чем состоят базовые принципы функционирования РСЧС?
4. На какие структурные уровни разделена структура РСЧС?
5. Какие основные компоненты входят в состав РСЧС?
6. Каковы базовые режимы функционирования РСЧС?
7. Что такое «гражданская оборона» Российской Федерации?
8. Каковы перспективы развития РСЧС и ГО Российской Федерации?

## **6.3. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях техногенного характера**

Чрезвычайные ситуации, обусловленные техногенными причинами, в Российской Федерации возникают до 950 раз в год и превышают 75% общего числа ЧС в стране. Со временем число и удельный вес ЧС техногенного характера будет расти. Например, только в 2003 г. совокупный материальный ущерб, нанесенный техногенными ЧС во всем мире, составил около 65 млрд дол.

Среди существующих видов техногенных ЧС наиболее часто выделяют следующие аварии, обладающие высокой степенью опасности для людей и территорий:

• *ЧС с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ)*, в том числе:

— на атомных станциях, атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения;

— на предприятиях ядерно-топливного цикла;

— на наземных, морских или воздушных транспортных средствах, космических аппаратах с ядерными установками или грузом РВ на борту;

— в местах хранения (нахождения, установки, перегрузки) ядерных боеприпасов;

— при обнаружении незаконных радиоактивных источников и попытках их обращения или утилизации;

— при проведении промышленных и испытательных ядерных взрывов;

• *ЧС с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ)*, в том числе:

— в местах производства, переработки или хранения АХОВ;

— при транспортировке и перегрузке АХОВ;

— при протекании химических реакций, начавшихся в результате технологической или транспортной аварии;

— при обнаружении незаконных источников АХОВ;

— при авариях с химическими боеприпасами;

• *ЧС при возникновении (угрозе возникновения) пожаров и взрывов на объектах инфраструктуры*, в том числе:

— на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов;

— на объектах добычи, переработки, хранения легковоспламеняющихся, горючих или взрывчатых веществ;

— в шахтах, горных выработках и подземных сооружениях;

— в зданиях жилого, социального и культурного назначения;

— на магистральных нефте- и газопроводах высокого давления;

— на складах боеприпасов воинских частей и соединений;

— при обнаружении неразорвавшихся боеприпасов в населенных пунктах или объектах землепользования;

• *ЧС при катастрофах на транспорте*, в том числе:

— на автомобильном грузовом и пассажирском транспорте;

— на морских и речных судах, кораблях подводного флота;

— на железнодорожном транспорте и метрополитене;

- на самолетах и вертолетах воздушного флота;
- на космических кораблях и орбитальных станциях;
- *ЧС при разрушении (угрозе разрушения) зданий, сооружений, в том числе:*
  - жилых и производственных зданий, сооружений социального и культурного назначения;
  - мостов, эстакад, тоннелей и других элементов транспортных коммуникаций;
  - гидроэлектростанций, плотин, дамб, плузов и других сооружений, способных вызвать гидродинамические аварии с образованием волн прорыва, катастрофических затоплений и прорывных паводков на значительных территориях ниже уровня их расположения;
  - очистных сооружений сточных вод и газовых выбросов промышленных предприятий;
  - *ЧС при выходе из строя систем энергоснабжения, коммунального хозяйства, в том числе:*
    - прекращении подачи электроэнергии на длительный срок при авариях на электростанциях, промежуточных электроподстанциях и основных линиях электропередачи;
    - прекращении подачи воды на длительный срок при авариях на станциях забора воды и магистральных водопроводах;
    - прекращении подачи тепла из-за нехватки топлива для котельных, при авариях в самих котельных и разрывах магистральных трубопроводов теплоснабжения;
    - выходе из строя систем канализации, разрывах трубопроводов и коллекторов канализации, попадании канализационных стоков в водные источники и окружающую природную среду.

### **6.3.1. Защита населения и территорий при авариях на радиационно опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ в окружающую среду**

Существующая система энергетики активно использует радиоактивные материалы для работы атомных электростанций (АЭС). В настоящее время в Российской Федерации 13% всей электроэнергии вырабатывают 30 энергоблоков на девяти АЭС, в число которых входят, в частности, Ленинградская АЭС мощностью 4000 МВт, Курская АЭС мощностью 4000 МВт, Смоленская АЭС мощностью 3000 МВт. Для сравнения следует отметить, что во Франции на АЭС производят около 75% электроэнергии страны.

Рассматривая процесс использования радиоактивных веществ для производства электроэнергии, необходимо помнить о потенциальной опасности АЭС. В мире сейчас работает уже 450 АЭС и, по-видимому, их число будет увеличиваться. Одновременно растет вероятность возникновения аварийных ситуаций на отдельных из них. Аварии разной степени сложности периодически будут возникать на АЭС, являющихся радиационно опасными объектами, в силу неизбежных отказов технических систем. Известный постулат о том, что *нельзя достичь абсолютной безопасности обусловлен невозможностью создания абсолютно надежной технической системы*. Поэтому эксплуатация АЭС де-факто диктует серьезное отношение к возможности возникновения на них происшествий и аварий, ЧС, требующих обеспечения защиты населения и территорий.

Под «радиационно опасными объектами» понимаются объекты инфраструктуры, связанные с переработкой, использованием, транспортировкой и хранением радиоактивных веществ, выброс которых при аварии может привести к ионизирующим воздействиям на людей, животных и радиоактивному загрязнению окружающей среды.

К числу таких радиационно опасных объектов (РОО) относятся:

- горно-обогатительные комбинаты, занятые добычей уранового сырья и его подготовкой к дальнейшему использованию путем повышения процентного содержания урана-235 в руде до уровня 2—4% (для атомных реакторов на медленных тепловых нейтронах) или до уровня 25% (для атомных реакторов на быстрых нейтронах);

- предприятия по изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) из обогащенного урана в виде своеобразных «таблеток» диаметром в несколько сантиметров, помещаемых в циркониевые длинномерные трубки, и тепловыделяющих сборок (ТВС);

- самих АЭС с несколькими энергоблоками в их составе, каждый из которых имеет автономную активную зону, где размещаются собранные ТВС и идет основной процесс ядерного деления в ТВЭЛлах с выделением ионизирующих излучений и тепловой энергии, нагревающей теплоноситель (воду в реакторах на медленных нейтронах или жидкий натрий в реакторах на быстрых нейтронах), постоянно циркулирующий в первом замкнутом контуре энергоблока и передающий отведенное из «горячей» зоны



тепло рабочему телу второго водяного контура, вращающему турбину электрогенератора;

- предприятия по переработке отработанного ядерного топлива;
- места хранения отработанного ядерного топлива и захоронения радиоактивных отходов («ядерные могильники»).

*Аварией* на радиационно опасном объекте называется нарушение нормального (штатного) режима работы объекта с выбросом радиоактивных веществ, приводящее к ионизирующему (радиационному) облучению рабочего персонала и населения, а также радиоактивному загрязнению окружающей среды.

*Поражающими факторами аварии* на территории РОО являются:

- ионизирующие (радиационные) воздействия радиоактивных веществ, попавших с выбросом в окружающую среду;
- ударные воздействия, образуемые при взрыве на РОО;
- тепловые воздействия, образуемые при разгерметизации ядерного реактора или пожаре на РОО;
- химические и загрязняющие воздействия, образуемые при взрыве или пожаре на РОО.

Вне территории РОО наиболее опасным поражающим фактором аварии являются ионизирующие (радиационные) воздействия выброшенных и распыленных на местности радиоактивных веществ.

Принятая в Российской Федерации классификационная система нарушений в работе АЭС включает следующие их основные виды:

— *аварии на АЭС*, имеющие характер крупных нарушений в работе с обязательным выбросом радиоактивных веществ и обозначаемые как «аварийная опасность» (АО) уровнями событий от 7 (АО1 — глобальная авария) до 4 (АО4 — авария в пределах АЭС);

— *происшествия на АЭС*, имеющие характер сравнительно мелких нарушений в работе, которые могут не сопровождаться выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду и обозначаются как «происшествия» (П) уровнями событий от 3 (П01 — серьезное происшествие) до 1 (П10 — незначительное происшествие).

*По возможности локализации возникших аварийных ситуаций* на АЭС собственными системами безопасности различают:

— *проектные аварии*, которые могут быть ликвидированы системой управления и защиты реактора (путем экстренного погру-

жения в активную зону поглотителей нейтронов и остановки ядерной реакции), системой аварийного охлаждения (путем прокачки через активную зону реактора большой массы холодной воды), а также системой барьеров безопасности (в виде оболочек «таблеток» ядерного топлива, герметичной оболочки ТВЭЛов, стального корпуса реактора, бетонной шахты помещения реактора, защитного корпуса станции, страховочного и внешнего защитных корпусов);

— *запроектные аварии*, которые вызваны непредусмотренными в проектной документации и конструкции АЭС исходными состояниями, сопровождаются дополнительными отказами существующих систем безопасности и ошибочными действиями персонала станции (как в случае с Чернобыльской АЭС).

По характеру развития аварийных ситуаций на АЭС различают три основные фазы: раннюю (с выделением начальной стадии), среднюю и позднюю.

*Ранняя фаза аварии (РФА)* в ее начальной стадии (НС РФА) связана с аварийными процессами, идущими непосредственно в активной зоне реактора, и продолжается от начала этих процессов до начала выброса радиоактивных веществ. По времени НС РФА может занимать от нескольких часов до суток. После начала выброса из реактора радиоактивных веществ РФА продолжается до прекращения выброса этих веществ в окружающую среду и формирования радиационных полей оседающими мелкодисперсными радиоактивными частицами (размером около 2 мкм) ядерного топлива.

В указанный период времени, который в случае с Чернобыльской АЭС продолжался свыше 10 суток (окончание выброса радиоактивных веществ из разрушенного реактора), люди получают максимальную и наиболее опасную часть ионизирующих облучений за счет ингаляционного поступления в организм через дыхательные пути радиоактивных изотопов, прежде всего йода-131 и др.

*Средняя фаза аварии (СФА)* длится от формирования радиационных полей до окончания основных мер по защите населения. В этот период времени, который при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС продолжался около года, люди получают внешнее радиационное облучение от местности, загрязненной радиоактивными изотопами (цезием-137 и др.), и внутреннее облучение в случае употребления в пищу продуктов питания местного производства с превышением допустимого уровня радио-

активности (в том числе воды из открытых источников, собранных растительных «даров природы», выловленной в водоемах рыбы, надоенного коровьего или козьего молока). Наиболее эффективной мерой по защите населения в период СФА следует считать полную эвакуацию людей за пределы сформировавшихся на местности радиационных полей (обычно не менее 30-километровой зоны вокруг АЭС) и предотвращение в дальнейшем попыток посещения радиационно опасных зон.

*Поздняя фаза аварии (ПФА)* длится до завершения плановых мероприятий по защите людей и территорий от последствий аварии. При этом проводится полная дезактивации объектов и местности с опасным уровнем радиации, консервационные и восстановительные работы. Для людей, занятых на этих работах в зонах повышенной радиации, источники ионизирующих облучений — долгоживущие радиоизотопы стронций-90, цезий-137, уран-235, плутоний-239 и др.

Следует отметить, что период ПФА может оказаться чрезвычайно растянутым по времени, что связано с большой длительностью периода полураспада значительного числа радиоизотопов, которыми загрязняется окружающая АЭС местность. Так, например, период полураспада стронция-90 и цезия-137, который являлся основным радиоактивным загрязнителем при аварии на Чернобыльской АЭС, составляет около 30 лет, для плутония-239 достигает 24 390 лет, а для урана-235 и вовсе равен 713 млн лет. По существующим оценкам территория вокруг Чернобыльской АЭС станет практически безопасной для проживания людей примерно только через 150 лет после аварии.

За уже прошедшие почти два десятилетия на территории вокруг Чернобыльской АЭС были дезактивированы радиоактивные вещества на площади около 140 млн м<sup>2</sup>, вывезено и захоронено 374 тыс. м<sup>3</sup> поверхностного грунта, вырублено 115 га зараженного леса. При этом общая площадь радиоактивного загрязнения после Чернобыльской аварии составила свыше 57 тыс. км<sup>2</sup> на территории Украины, Белоруссии и 19 субъектов Российской Федерации.

К особенностям радиоактивного заражения при авариях на АЭС следует отнести следующее:

- непредсказуемость направления ветра и распространения радиоактивного облака в момент разгерметизации реактора и аварийного выброса радиоактивных веществ;
- неравномерный, «пятнистый» характер радиоактивного загрязнения местности по следу аварийного выброса;

— мелкодисперсный характер радиоактивных веществ в аварийном выбросе с высокой проникаемостью их через фильтры защитных масок и респираторов, поры материалов, почвенные грунты.

По сравнению с ядерным взрывом, когда подавляющая часть радиоактивных элементов боевого заряда вступает в реакцию ядерного деления, аварийный выброс на АЭС приводит только к распылению содержимого реактора и намного большему радиоактивному загрязнению окружающей местности. Известно, что в обоих случаях спад мощности радиационного воздействия во времени подчиняется экспоненциально убывающему закону. Однако если после ядерного взрыва мощность такого воздействия за шесть часов убывает в десять раз, то после аварийного выброса на АЭС она уменьшается за тот же самый период времени всего лишь вдвое.

При проведении на местности радиационного контроля принято считать, что обстановка обследуемого района может быть признана нормальной, если мощность эквивалентной дозы менее 0,6 мкЗв/ч. Радиационному заражению местности соответствует мощность эквивалентной дозы свыше 1,2 мкЗв/ч. Наконец, диапазон между двумя указанными величинами характеризует обстановку на местности как радиационно аномальную.

Вообще *радиационной обстановкой местности* считаются масштабы и степень ионизации окружающей среды радиоактивными источниками. При этом определено, что эффективная годовая доза радиационного воздействия не более 1 мЗв характеризует для населения обстановку как нормальную и безопасную.

Государственный контроль радиационной обстановки, осуществляемый на всей территории Российской Федерации, заключается в проведении постоянного радиационного мониторинга, оценке фактического состояния местности с точки зрения радиоактивности и прогнозирования изменений этого состояния, определении необходимых мер по радиационной защите населения и территорий.

При проведении радиационного контроля самое пристальное внимание уделяется районам расположения АЭС и других радиационно опасных объектов. Осуществляется указанный контроль Росгидрометом, сетью наблюдения и лабораторного контроля ГО в составе РСЧС, подразделениями наблюдения и контроля самих радиационно опасных объектов, а также всех министерств и ведомств, в ведении которых находятся эти объекты.

Мониторинг радиационной обстановки местности осуществляется с помощью приборов, систем и средств радиационного контроля, которые в зависимости от измеряемых характеристик делятся на три основные класса:

— *радиометрические* приборы, системы и средства для измерения параметров, характеризующих активность радиоактивных источников ионизации окружающей среды, на радиационно загрязненной местности (радиометрия);

— *дозиметрические* приборы, системы и средства для измерения параметров поглощенной энергии ионизирующего излучения объектами окружающей среды, степени радиационного облучения населения (дозиметрия);

— *спектрометрические* приборы, системы и средства для измерения энергии частиц ионизирующего излучения (спектрометрия).

По сферам применения различают приборы, системы и средства радиационного контроля уровня загрязнения окружающей среды и степени облучения населения. По своему конструктивному исполнению они могут быть переносными, передвижными (бортовыми) и стационарными.

Проведение радиационного контроля условно можно разбить на следующие основные этапы:

— *обнаружение радиоактивного загрязнения* в районах расположения АЭС и других радиационно опасных объектов с помощью автоматизированных систем контроля радиоактивных выбросов на зданиях и сооружениях этих объектов, локальными автоматизированными системами их санитарно-защитных зон, а также зон наблюдения объектов;

— *оперативная разведка и контроль* за распространением радиоактивных веществ аварийного выброса вне зон наблюдения радиационно опасных объектов с использованием бортовых приборов, систем и средств, установленных на воздушных судах;

— *уточнение границ и уровня радиоактивного загрязнения* местности путем проведения радиационной разведки на наземных транспортных средствах или пешком (с дублированными измерениями радиационных параметров через каждые 100 м).

На основе результатов радиационного контроля последствий выброса радиоактивных веществ выполняются необходимые меры по защите населения и территорий. В частности, на ранней фазе развития аварии проводится определение зон радиоактивного загрязнения и реализуются экстренные меры по ликвидации аварии и защите населения в пределах 30-километровой зоны

эвакуации. На средней фазе развития аварии уточняются зоны радиоактивного загрязнения местности, а также проводятся экстренные меры по дезактивации территории и защите населения за пределами зоны эвакуации. На поздней фазе развития аварии идет наблюдение за уровнями радиоактивного загрязнения выделенных зон местности и осуществляются плановые меры защиты населения и дезактивации территории.

Защита населения, кроме эвакуации, в том числе и упреждающего характера в начальной стадии развития аварии, когда выброс радиоактивных веществ еще не начался либо не привел к масштабному радиационному загрязнению местности, предполагает также:

— *проведение йодной профилактики детей и взрослых* для защиты их щитовидной железы согласно существующим рекомендациям (для детей старше трех лет и взрослых по одной таблетке йодистого калия один раз в сутки или по три—пять капель на 200 мл воды 5%-ной настойки йода три раза в сутки, но не более десяти суток подряд, а для детей до трех лет и беременных женщин — вдвое меньшая концентрация йодных препаратов не более двух суток подряд);

— *использование средств индивидуальной защиты органов дыхания* (СИЗОД) в виде противогазов ГП-7 и ГП-7ВМ, промышленных респираторов РУ-60м и РПГ-67, противоаэрозольных или противопыльных респираторов, бытовых средств (платков, полотенец);

— *использование специальных средств коллективной защиты* (СКЗ) в виде оборудованных герметизируемых укрытий с автономными системами жизнеобеспечения, запасами воды и пищи.

Экстренная эвакуация населения проводится в течение четырех часов после выброса радиоактивных веществ. При невозможности эвакуации за указанное время население должно быть размещено в СКЗ с обязательным и скорейшим применением йодной профилактики (проведение ее во время поступления радиоактивного йода-131 снижает дозу внутреннего облучения щитовидной железы примерно в 90 раз, через два часа после разового поступления йода-131 — в десять раз, а уже через шесть часов после такого поступления — всего лишь в два раза).

Также на ранней фазе развития аварии проводится блокирование загрязненных территорий, оказание населению экстренной медицинской помощи, радиационный контроль, санитарная обработка людей, исключение из употребления воды из открытых источников и продуктов местного производства.

На средней фазе развития аварии определяется зона временного отселения, из которой население обязательно эвакуируется при эффективной дозе радиационного воздействия более 30 мЗв/мес. Продолжается оказание медицинской помощи населению, санитарная обработка людей, ликвидация очагов радиоактивного загрязнения, идет дезактивация техники и создание хранилищ радиационных отходов, производится перевод скота на незагрязненные пастбища.

На поздней стадии развития аварии выделяются следующие зоны радиоактивного загрязнения местности по критерию годовой эффективной дозы радиационного воздействия:

- *зона отчуждения* (при дозе более 50 мЗв/год), где постоянное проживание населения не допускается, а хозяйственная деятельность регулируется специальными законодательными и нормативными актами с обязательным дозиметрическим контролем работающих людей и мерами их радиационной защиты;

- *зона отселения* (при дозе от 20 до 50 мЗв/год), где запрещается постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей, а работники проходят радиационный контроль и медпрофилактику;

- *зона ограниченного проживания* (при дозе от 5 до 20 мЗв/год), где добровольный въезд населения для постоянного проживания не ограничивается, но людям объясняют ущерб здоровью от действия радиации и проводят их регулярное обследование;

- *зона радиационного контроля* (при дозе от 1 до 5 мЗв/год), где проводится регулярный мониторинг уровня радиоактивности объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, а также доз внутреннего и внешнего радиационного облучения населения.

Продолжаются работы по оказанию населению медицинской и социальной помощи, идет снабжение радиационно загрязненных районов продуктами и питьевой водой, восстановление работы инфраструктуры пострадавших объектов.

Основными правовыми документами, регламентирующими защиту населения и территорий в условиях выброса радиоактивных веществ, являются: Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», постановление Правительства Российской Федерации 15 октября 1992 г. № 763 «О мерах по социальной защите граждан, проживающих на территориях, прилегающих к объектам атомной энергетики», нормативно-технические документы «Нормы радиационной бе-

зопасности» (НРБ—99) и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ—99).

Последствия выброса радиоактивных веществ при аварии на АЭС и других радиационно опасных объектах требуют обязательного проведения комплекса мер по ликвидации радиоактивного загрязнения окружающей среды, включающей в себя: дезактивацию; очистку радиоактивных водоемов; захоронение радиоактивных образцов техники, фрагментов строительных конструкций и верхних слоев почвы; вырубку радиоактивных участков леса. Во избежание распространения и перераспределения радиоактивных осадков проводится их локализация путем связывания полимерными и пленкообразующими материалами, глубокой вспашки почвы, создания барьеров на пути поверхностных и грунтовых вод.

*Дезактивация* радиоактивного загрязнения окружающей среды, предполагающая удаление радиоактивных веществ с поверхности, является одним из наиболее действенных методов снижения уровня радиационного излучения одежды и обуви людей, транспортных средств, наружных элементов зданий и их внутренних помещений, бетонных плит и асфальтового покрытия дорог, почвенных грунтов.

Проводится дезактивация механическим путем или физико-химическим способом, когда образованные в результате химической реакции растворимые соединения легко смываются с загрязненной поверхности. При этом используются: обработка поверхности водяной струей среднего или высокого давления; одновременная обработка поверхности водой и жесткими щетками; сметание и смыв радиоактивных загрязнений поливальными машинами; обработка твердых покрытий пылесосами или пылеуборочными машинами; снятие верхнего слоя почвы с последующим ее захоронением.

Наилучший эффект дезактивации радиоактивных загрязнений с ликвидацией до 80% их количества наблюдается на ранних стадиях аварии, когда радионуклиды еще находятся в свободном, несвязанном состоянии и могут легко покидать загрязненные поверхности. С переходом радионуклидов в фиксированную, связанную форму и появлением наведенной радиации, имеющей вторичный характер, эффективность дезактивации снижается в несколько раз и не превышает 10%. Вообще мелкодисперсность аэрозолей, формируемых при аварийных радиационных выбросах, когда размер частиц радиоактивных веществ составляет ме-



нее 2 мкм, приводит к их проникновению в поры материалов и большой трудоемкости дезактивации, используемой для обработки спасателей, основных дорог и техники.

С 1954 г. на радиационно опасных атомных объектах в мире зафиксировано более 300 аварийных ситуаций. К числу наиболее значительных из них относятся следующие:

- Виндскейл Шеллафилд (Великобритания), 1957 г. — тяжелая авария 6-го уровня опасности (АО2) с выбросом в окружающую среду большого количества радиоактивных продуктов из активной зоны реактора и превышением дозовых пределов проектных аварий;

- Три-Майл-Айленд (США), 1979 г. — авария с риском для окружающей среды 5-го уровня опасности (АО3) с разрушением активной зоны реактора, вызванным ее плавлением, и выбросом в защитную оболочку значительного количества радиоактивных продуктов, а также попаданием в окружающую среду радиоактивных газов и жидких радиоактивных отходов;

- Сан-Лоурент (Франция), 1980 г. — авария в пределах АЭС 4-го уровня опасности (АО4) с выбросом радиоактивных продуктов в окружающую среду в количествах, не превышающих дозовые пределы при проектных авариях;

- Чернобыль (СССР), 1986 г. — глобальная авария 7-го уровня опасности (АО1) с выбросом в окружающую среду большого количества радиоактивных продуктов из активной зоны реактора и превышением дозовых пределов для запроектных аварий, острыми лучевыми поражениями людей и влиянием на здоровье населения большой территории, включающей более чем одну страну;

- Ван-дел-Лос (Испания), 1989 г. — серьезное происшествие 3-го уровня опасности (ПО1) с выбросом в окружающую среду радиоактивных продуктов в количестве, не превышающем пятикратный допустимый суточный сброс.

В приведенном списке аварий на радиационно опасных объектах без сомнения выделяется глобальная катастрофа на Чернобыльской АЭС, масштабы которой оказались настолько грандиозными, что будут ощущаться человечеством еще в течение многих десятилетий. Прежде всего невосполнимы огромные потери среди тех 835 тыс. человек, которые участвовали в работах по локализации и ликвидации последствий аварии: около 34 тыс. из них погибли и более 83 тыс. стали инвалидами. В Украине, Белоруссии и Российской Федерации нанесен ущерб здоровью свыше 3,5 млн человек.

Кроме самих энергоблоков АЭС источниками радиационной опасности на территории нашей страны являются 11 тыс. т отработанного ядерного топлива, как отходов атомной энергетики, требующих своей переработки или захоронения.

В ожидании утилизации находятся более 100 атомных подводных лодок с невыгруженным отработанным ядерным топливом. Еще около 32 тыс. тепловыделяющих сборок скопилось на береговых и плавучих технических базах Военно-Морского Флота.

Суммарное количество радиоактивных отходов на территории Российской Федерации оценивается в настоящее время примерно в 70 млн м<sup>3</sup> с общей радиационной активностью свыше 1,6 млрд Ки.

Дополнительно по инициативе Министерства атомной промышленности Российской Федерации в 2001 г. Государственной Думой были внесены изменения в природоохранное законодательство и разрешен ввоз в нашу страну для переработки на предприятии «Маяк» радиоактивных отходов других стран (Венгрии, Германии, США и т.д.).

Разработка месторождений нефти, газа и угля также ведут к загрязнению территорий радоном и другими радионуклидами.

### **6.3.2. Защита населения и территорий при авариях на химически опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ в окружающую среду**

Весь комплекс *опасных химических веществ*, способных стать причиной возникновения техногенных ЧС, включает в себя:

— *аварийно химически опасные вещества (АХОВ)*, используемые для нужд различных отраслей экономики и способные вызвать массовые поражения населения при авариях на объектах их промышленного производства, транспортировки или хранения;

— *постоянно действующие химически опасные вещества (ПД ХОВ)*, являющиеся побочным продуктом деятельности человека в техногенной сфере и систематически оказывающие вредное воздействие на организм человека;

— *боевые химически опасные вещества (БХОВ)*, способные вызвать массовые поражения населения при авариях на объектах их временного хранения, транспортировки или уничтожения.

*Химически опасными объектами (ХОО)* являются (в соответствии с ГОСТ Р22.05-94) такие объекты, связанные с производ-

ством, хранением, транспортировкой и использованием АХОВ, при аварии на которых могут произойти массовые поражения людей, животных и растений, а также химическое заражение окружающей среды.

По категории химической опасности ХОО делят на четыре группы:

- 1-я категория опасности ХОО — при аварии на объекте в зону возможного химического заражения (ЗВХЗ) попадают более 75 тыс. человек;
- 2-я категория опасности ХОО — при аварии на объекте в ЗВХЗ попадают от 40 до 75 тыс. человек;
- 3-я категория опасности ХОО — при аварии на объекте в ЗВХЗ попадают менее 40 тыс. человек;
- 4 категория опасности ХОО — при аварии на объекте ЗВХЗ не выходит за пределы его территории или санитарно-защитной зоны.

В общей сложности в Российской Федерации в настоящее время существует около 3 тыс. химически опасных объектов, работающих в сфере химической, нефте- и газоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической, ракетно-космической, сельскохозяйственной отраслей экономики, где используются весьма значительные количества АХОВ в виде сжиженных или сжатых газов, жидкостей или твердых веществ.

Аварийно химически опасными веществами (АХОВ) считаются (в соответствии с ГОСТ Р22.9.05-95) токсические вещества, применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которых может произойти химическое заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Пути попадания АХОВ в организм человека: органы дыхания (ингаляционный путь), кожный покров (резобтвивный путь) и его повреждения в виде царапин и ран, желудочно-кишечный тракт (пероральный путь). Наиболее опасным считается воздушный ингаляционный путь.

К числу аварийно химически опасных веществ ингаляционно-го действия (АХОВИД) относятся (с указанием разовой предельно-допустимой концентрации (ПДК) в воздухе населенных пунктов): хлорпикрин ( $0,007 \text{ мг/м}^3$ ), сероводород ( $0,008 \text{ мг/м}^3$ ), водород фтористый и хлористый ( $0,02 \text{ мг/м}^3$ ), сероуглерод ( $0,03 \text{ мг/м}^3$ ), формальдегид ( $0,035 \text{ мг/м}^3$ ), аммиак и соляная кислота ( $0,2 \text{ мг/м}^3$ ), этиленоксид ( $0,3 \text{ мг/м}^3$ ), азотная кислота ( $0,4 \text{ мг/м}^3$ ).

*Поражающими состояниями АХОВ ингаляционного или реобитивного действия являются:*

- *неоседающие воздушные примеси* в виде:

- газа или пара с размером частиц менее 0,001 мкм;

- аэрозолей неоседающих (тумана, дыма) с размером частиц от 0,001 и до 30 мкм;

- *оседающие воздушные примеси* в виде:

- аэрозолей оседающих (крупных частиц дыма, мороси) с размером частиц более 30 и до 500 мкм;

- аэрозвесей (капельно-жидких фракций) с размером частиц более 500 мкм.

*Химическое заражение окружающей среды вызывает распространение АХОВ в окружающей среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, животных и растений в течение определенного времени.*

*По агрегатному состоянию и условиям хранения АХОВ различают следующие группы:*

- *жидкие и летучие АХОВ*, хранящиеся под давлением в виде сжатых или сжиженных газов (хлор, аммиак, сероводород и т.д.);

- *жидкие и летучие АХОВ*, хранящиеся в емкостях без давления (синильная кислота, хлорпикрин и т.д.);

- *дымящиеся кислоты* (серная, азотная, соляная кислоты и т.д.);

- *сыпучие и твердые летучие АХОВ*, хранящиеся при температуре до 40°C (соли синильной кислоты, меркураны и т.д.);

- *сыпучие и твердые нелетучие АХОВ*, хранящиеся при температуре до 40°C (сулема, фосфор, мышьяковистый ангидрид и т.д.).

*Химической аварией называется авария на ХОО, сопровождающаяся выбросом (проливом) АХОВ, способная привести к гибели людей, животных и растений или химическому заражению окружающей среды.*

*Химические аварии, как правило, характеризуются масштабом химического заражения (пространственными границами, площадью проявления последствий аварии) и продолжительностью химического заражения (временными пределами проявления последствий аварии). Выбросы АХОВ, находящихся под давлением, могут также сопровождаться разрушениями технологического оборудования, оболочек резервуаров хранилищ, защитных систем с образованием последующих пожаров и взрывов газо-пылевоздушных смесей.*

*При разрушении емкости, содержащей АХОВ под давлением, и проливе его большого количества различают следующие периоды процесса испарения:*

- *первый период* — бурное испарение за счет разности упругости насыщенных паров АХОВ в емкости хранения и парциальных паров в воздухе окружающей среды с образованием первичного облака паров, где концентрация АХОВ может превышать смертельную;

- *второй период* — неустойчивое испарение АХОВ за счет изменения теплосодержания жидкости с резким падением интенсивности испарения и понижением температуры жидкости ниже температуры ее кипения;

- *третий период* — стационарное испарение АХОВ за счет тепла окружающей среды с образованием вторичного облака паров.

Наиболее опасен первый период аварии, когда в течение первых 10 минут образуется первичное облако АХОВ размером до 0,5—1 км.

*Химическая обстановка* предполагает наличие в окружающей среде определенного количества и концентраций различных АХОВ.

При этом, в зависимости от степени химического заражения, химическая обстановка расценивается либо как нормальная, если концентрация каждого вида АХОВ в окружающей среде не превышает его ПДК, либо как химическое заражение определенной степени.

*Контроль химической обстановки* проводится в атмосферном воздухе, почве и гидросфере путем мониторинга окружающей среды и прогнозирования ее состояния на основании сравнения полученных данных с предельно допустимыми значениями. Осуществляется подобный контроль силами и средствами Росгидромета, сети наблюдения и лабораторного контроля ГО МЧС России, другими подразделениями министерств, агентств и служб Российской Федерации. Особое внимание уделяется при этом районам расположения химически опасных объектов на всех этапах их эксплуатации.

Для определения степени распространения АХОВ используются *приборы и средства химического контроля*:

- *сигнализаторы* для извещения о достижении установленного значения концентрации определенного АХОВ в окружающей среде;

- *приборы измерений индикаторными трубками* для химического экспресс-анализа окружающей среды на определенный вид АХОВ;

— *автоматические газоанализаторы* для измерения содержания различных компонентов АХОВ в окружающей среде;

— *газовые хроматографы* для определения микропримесей АХОВ в окружающей среде.

*В качестве стационарных систем химического контроля постоянного действия используются:*

— *автоматизированная система контроля утечки токсичных газов и оповещения ХОО* для непрерывного измерения концентрации АХОВ, включения сигнализации об аварии, определения уровня аварии, автоматической передачи данных об аварии в органы управления ГО МЧС России;

— *автоматизированная система дистанционного мониторинга* для автоматического экологического мониторинга атмосферы и обнаружения аварий с выбросом АХОВ на ХОО в крупных городах и районах с большим числом промышленных объектов.

Еще на подготовительном этапе планирования мероприятий по защите населения от выбросов АХОВ определяют возможные масштабы и зоны химического заражения местности исходя из предположения полного разрушения емкостей, содержащих АХОВ, а при химических авариях на газо- и продуктопроводах исходя из выброса (пролива) максимального количества АХОВ, находящегося между автоматическими отсекателями (для аммиака — до 500 т):

- для сжиженных газов — отдельно по первичному облаку и по вторичному облаку АХОВ;
- для сжатых газов — только по первичному облаку АХОВ;
- для ядовитых низкокипящих жидкостей — только по вторичному облаку АХОВ.

По результатам анализа возможных последствий аварийного выброса АХОВ принимаются меры по обеспечению населения средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и созданию СКЗ (герметизируемых укрытий) в пределах первой зоны (зоны № 1) химического заражения вокруг ХОО (обычно 1,5—2 км).

*Вторая, более обширная, зона (зона № 2) предполагает проведение экстренной эвакуации населения при выбросе (угрозе выброса) АХОВ и планирование мер по защите населения исходя из самых неблагоприятных метеоусловий в момент химической аварии.*

Считается, что вследствие скоротечного характера химического заражения местности при выбросе АХОВ наиболее эффек-

тивным способом защиты населения является использование им заранее подготовленных герметизируемых укрытий, расположенных вокруг ХОО в непосредственной близости от мест работы и проживания людей. Разумеется, предусматривается и применение СИЗ в виде изолирующих промышленных противогазов и защитной одежды (для персонала ХОО), а также гражданских противогазов с дополнительными фильтрующими патронами (для населения).

Заранее создаются и находятся в постоянной готовности системы оповещения населения о выбросе (угрозе выброса) АХОВ, а также оперативные силы и средства ликвидации химической аварии.

*При наступлении выброса АХОВ* вступает в действие весь комплекс мероприятий по защите населения, включая определение с помощью приборов, систем и средств контроля границ реального распространения АХОВ в первой и второй зонах химического заражения местности. В пределах первой зоны химического заражения персонал ХОО и население используют имеющиеся табельные СИЗ или подручные средства (смоченные водой платки и полотенца) и укрываются в герметизируемых помещениях или СКЗ.

Во второй зоне население использует заранее подготовленные герметизируемые укрытия (в непосредственной близости к границам первой зоны) или эвакуируется (у дальней границы второй зоны).

Параллельно с действиями по спасению населения проводятся мероприятия, направленные на локализацию и ликвидацию ЧС на аварийном объекте. Так, уже находясь в СИЗОД и изолирующих костюмах, дежурная смена ХОО оценивает характер аварии и количество АХОВ в аварийном выбросе (проливе), принимает экстренные меры по локализации аварии, оповещает руководство объекта и территориальные органы управления РСЧС.

Оперативный штаб ГОЧС ХОО, а также подключившиеся силы и средства РСЧС уточняют текущую химическую обстановку в районе аварии (степень разрушения емкости с АХОВ, степень химического заражения местности, количество пострадавших людей из числа персонала ХОО и населения), оказывают экстренную медицинскую помощь пострадавшим людям, организуют и проводят работы по ликвидации химической аварии в очаге заражения.

Проведение таких работ в очаге химического заражения с проливами АХОВ и концентрацией их паров свыше 100 ПДК

предусматривает использование изолирующих СИЗОД и защитных костюмов. При концентрации паров АХОВ от 10 до 100 ПДК могут использоваться промышленные противогазы и гражданские противогазы с дополнительными фильтрующими патронами, а при концентрации паров менее 10 ПДК — промышленные респираторы.

Сами работы по ликвидации химической аварии включают:

— приостановку выброса (пролива) АХОВ из аварийной емкости;

— ограничение растекания жидких АХОВ на местности и недопущение их попадания в водоемы или подземные коммуникации;

— снижение скорости испарения жидких АХОВ путем засыпки их пролива грунтом, заливки нейтрализующей пеной или водой.

Важнейшей частью комплекса мероприятий по ликвидации химической аварии является санитарная обработка населения и очистка техники от следов АХОВ. Проводится она для исключения резобитивного действия химического заражения и предполагает частичную или полную обработку открытых участков тела, внешней поверхности надетого противогаза, загрязненной одежды, обуви с помощью содержимого противохимического пакета (ИПП-10) или подручных средств (воды, ветоши). Для дегазации используются и растворы химических веществ, нейтрализующих действие АХОВ, в том числе окислительно-хлорирующего действия (хлорамин, гипохлорит) или щелочного действия (сода, аммониевые соли).

Наконец, *дегазация территорий* вокруг ХОО после химического заражения проводится физико-химическим или механическим способом. В первом случае местность обрабатывается дегазирующими растворами или пылевидными дегазирующими веществами, а при механическом способе производится смыв следов АХОВ водой под давлением, снятие и захоронение верхнего зараженного слоя грунта, засыпка «чистого» слоя земли или песка толщиной около 10 см.

В настоящее время к числу АХОВ, используемых в промышленности и сельском хозяйстве, относятся более 34 видов сильно действующих токсических веществ, среди которых можно назвать: аммиак, хлор, оксиды углерода и этилена, хлористый и цианистый водород, сернистый ангидрид, хлорпикрин, тринитротолуол и др. Широкое использование аммиака и хлора в миро-



вой экономике часто обуславливает различные химические аварии, приводящие к наибольшему числу жертв среди населения.

Среди всех химических аварий, происходящих с выбросом АХОВ, лидирующее место занимают катастрофы на железных дорогах, когда происходит разгерметизация цистерн в результате повреждения или разрыва оболочек, разрушения сварных соединений, выхода из строя предохранительных мембран и клапанов. Учитывая, что ежедневно на железных дорогах страны находятся свыше 700 цистерн только с жидким хлором, следует признать, что вероятность возникновения ЧС с выбросом АХОВ оказывается очень высокой. Так, из 17 зарегистрированных в 1986—87 гг. серьезных аварий, сопровождавшихся выбросом АХОВ, 12 (т.е. более 70%) произошли именно на железных дорогах. Опасность положения усугубляется еще и тем, что товарные составы с цистернами, содержащими АХОВ, неминуемо проходят через станции многих населенных пунктов, создавая угрозу химического заражения для не ожидающих этого жителей и пассажиров.

Химические аварии на *стационарных промышленных ХОО* происходят реже, но последствия их, как правило, оказываются более тяжелыми из-за большого количества АХОВ, которые хранятся на территории подобных предприятий. В качестве примера такой ЧС можно привести техногенную аварию, произошедшую в начале декабря 1984 г. на химическом комбинате фирмы «Юнион Карбайд» по производству пестицидов в г. Бхопал (Индия). После выхода из строя предохранительного клапана хранилища сильнодействующего ядовитого вещества *метилизоцианата*, использовавшегося при производстве пестицида севина, несколько тонн этого АХОВ попало в окружающую среду, в результате чего практически сразу погибли около 3 тыс. человек и в различной степени пострадали еще свыше 90 тыс. человек окрестного населения.

В нашей стране, согласно существующим методическим разработкам, для оперативных расчетов принимается, что структура людских потерь в очаге поражения АХОВ для граждан, невоспользовавшихся СКЗ (укрытиями, герметизируемыми помещениями) и СИЗОД (изолирующими, промышленными, гражданскими противогазами, промышленными респираторами), составляет:

35% — безвозвратные потери (гибель) людей;

40% — санитарные потери тяжелой и средней тяжести поражения (с обязательной госпитализацией) людей;

25% — санитарные потери легкой формы тяжести поражения (без госпитализации) людей.

Действия всех аварийно-спасательных подразделений в ходе выполнения работ по ликвидации последствий выбросов АХОВ определены следующими основными правовыми актами: федеральными законами «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»; постановлениями Правительства Российской Федерации от 1 марта 1993 г. №178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», от 4 сентября 2003 г. № 547 «О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 10 ноября 1996 г. № 1340 «О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

### 6.3.3. Защита населения и территорий при пожарах и взрывах на объектах инфраструктуры

*Пожаровзрывоопасность* представляет собой негативное свойство объектов инфраструктуры, связанное с возможностью возникновения на этих объектах пожаров и (или) взрывов, как особого вида ЧС, ведущих к другим ЧС или являющихся их следствием. Иначе говоря, пожары и взрывы на объектах инфраструктуры часто взаимосвязаны. Они составляют около 40% общего числа всех техногенных аварий, нередко являясь причиной или следствием возникновения ЧС. При этом пожары и взрывы зачастую носят сочетанный характер, сопутствуя другим видам ЧС в техносфере, природной среде и социальной сфере.

*Пожаровзрывоопасными объектами (ПВОО)* являются объекты инфраструктуры (промышленные, сельскохозяйственные, военные, транспортные), на которых производится, перерабатывается, хранится, перевозится продукция, способная к возгоранию и (или) взрыву.

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» особо выделяет предприятия, на которых производятся, перерабатываются, хранятся, транспортируются следующие *виды пожаровзрывоопасных веществ*:

- *воспламеняющиеся вещества* — газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющи-

мися и температура кипения которых в сжиженном виде при нормальном давлении составляет не выше 20°C;

- *окисляющие вещества*, которые поддерживают горение, вызывают воспламенение и (или) способствуют воспламенению других веществ в результате экзотермической реакции;

- *горючие вещества*, способные самовозгораться, а также возгораться от стороннего источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

- *взрывчатые вещества*, которые при определенных видах внешних воздействий способны на мгновенное химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

Еще одну категорию опасных производственных объектов образуют предприятия, на которых используется оборудование под давлением более 0,07 МПа или с температурой воды выше 115°C (паровые котлы, автоклавы).

К числу ПВОО наиболее опасной *категории А* относятся предприятия, связанные с указанными видами легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ (ЛВВОВ): нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, хранилища нефтепродуктов, склады взрывчатых веществ (ВВ) и боеприпасов, специальный транспорт и продуктопроводы для транспортировки ЛВВОВ, угольные шахты.

Вторую по степени пожаровзрывоопасности *категорию Б* образуют ПВОО, связанные с возможностью образования взрывоопасных пылевоздушных смесей: угольные, мукомольные, сахарные, текстильные производства, где могут возникнуть критические концентрации мелкодисперсной пыли (для угля, сахара — 35 г/м<sup>3</sup>).

К третьей *категории В* относятся ПВОО, связанные с деревообрабатывающим, столярным, мебельным производством.

Согласно Федеральному закону от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» *пожаром* называется неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

*Пожарная безопасность* характеризуется законом как состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Совершенно справедливо указанный Федеральный закон отводит одно из важных мест *системе обеспечения пожарной безопасности*, определяемой как совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, соци-

ального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. Именно системный, комплексный и разноплановый характер мер, используемых в противопожарной безопасности, является залогом эффективной борьбы с пожарами.

Совокупный урон от пожаров огромен как с точки зрения человеческих жертв, так и в отношении материальных потерь. Из 300 тыс. пожаров, ежегодно происходящих в Российской Федерации, только в Москве возникают примерно 15 тыс. пожаров, в которых гибнут в общей сложности около 500 человек из 1000 пострадавших, т.е. смертность достигает 50% и оказывается большей, чем при выбросах АХОВ, а материальный ущерб при этом оценивается в 10 млрд руб. Свыше 75% пожаров возникают в жилых домах. Остальные 3500 пожаров в год приходятся на предприятия и организации города, т.е. в среднем примерно по десять пожаров в сутки. Масштаб и негативные последствия производственных пожаров часто бывают несоизмеримо больше, чем в жилом секторе.

Так, пожар в московской гостинице «Россия» в 1977 г. с площадью возгорания свыше 3000 м<sup>2</sup> унес жизни 42 человек. При пожаре в здании УВД г. Самары в 1999 г. в огне погибли свыше 60 человек. Пожар внутри Останкинской телебашни в августе 2000 г. также сопровождался человеческими жертвами и привел к почти полному уничтожению внутреннего оборудования, кабельных коммуникаций и большей части анкерных тросов, обеспечивающих строительную устойчивость 540-метрового высотного сооружения.

Любые производственные объекты обязательно исследуются на *функциональную устойчивость*, под которой понимается возможность выполнения заданных функций при возникновении ЧС, в том числе и пожаров. В свою очередь, такая устойчивость объекта при возникновении пожара определяется: *огнестойкостью* производственного оборудования и строительных конструкций, их *конструктивной и функциональной пожароопасностью*, а также *эффективностью средств локализации и тушения пожаров*.

По *огнестойкости*, определяемой временем, которое материал строительной конструкции может выдержать при пожаре без возгорания, все здания и сооружения делятся на следующие пять степеней:

— *1-я степень* — все конструктивные элементы сооружения несгораемые или с высокой степенью огнестойкости (до 3 ч);

— *2-я степень* — конструктивные элементы нестгораемые, но с меньшей степенью огнестойкости (до 2,5 ч);

— *3-я степень* — основные несущие элементы нестгораемые (до 2 ч), а межэтажные перекрытия и внутренние стены трудностгораемые (до 0,75 ч);

— *4-я степень* — конструктивные элементы сооружения трудностгораемые (до 0,5 ч);

— *5-я степень* — все конструктивные элементы сооружения стгораемые.

По сути, *огнестойкость* объектов инфраструктуры характеризует способность элементов конструкции сооружений сопротивляться при пожаре действию высоких температур в течение определенного времени. Потеря несущей способности этих элементов сопровождается их деформацией и разрушением. Потеря ограждающих функций ведет к проникновению продуктов сгорания за изолирующую преграду. Потеря теплоизолирующей способности выражается в повышении температуры необогреваемых поверхностей более чем на 140°C. В конечном итоге, все указанные потери первоначальных свойств характеризуют снижение огнестойкости элементов конструкции производственных объектов. Основные методы определения огнестойкости зафиксированы в специальных нормативных документах<sup>1</sup>.

По *конструктивной пожарной опасности*, под которой понимается степень участия строительных конструкций в развитии пожара, все здания и сооружения нормируются по четырем классам<sup>2</sup>.

Строительные материалы по пожарной опасности также делятся по группам<sup>3</sup> (четырем группам горючих материалов и одной группе негорючих материалов). Для отделочных материалов дополнительно введены три группы воспламеняемости.

По *функциональной пожарной опасности* все здания, сооружения и помещения делятся на пять основных классов (Ф1—Ф5) в зависимости от степени угрозы безопасности находящихся в них людей в случае возникновения пожара.

<sup>1</sup> ГОСТ 30247.0—94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»; ГОСТ 30247.1—94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»; Строительные нормы и правила СНиП 21-01—97.

<sup>2</sup> ГОСТ 30403—95 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности».

<sup>3</sup> ГОСТ 30244—94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».

К классу Ф1 относятся здания и помещения, связанные с постоянным пребыванием или проживанием в них людей (Ф1.1 — дошкольные учреждения, дома престарелых и инвалидов, больницы, спальные корпуса школ-интернатов; Ф1.2 — гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев, домов отдыха, пансионатов, мотелей, кемпингов; Ф1.3 — многоквартирные жилые дома; Ф1.4 — индивидуальные дома).

Класс Ф2 образован зрелищными и культурно-просветительными объектами (Ф2.1 — театры, кинозалы, концертные залы, читальные залы, клубы, цирки, спортивные залы, другие сооружения с местами для зрителей в закрытых помещениях; Ф2.2 — музеи, библиотеки, выставки, танцевальные залы, дискотеки, другие сооружения с закрытыми помещениями для посетителей; Ф2.3 — стадионы, летние кинотеатры и кафе, другие сооружения для зрителей и посетителей на открытом воздухе).

К следующему классу Ф3 функциональной пожарной опасности относятся организации и предприятия по обслуживанию населения (Ф3.1 — магазины, торговые центры, столовые, рестораны; Ф3.2 — вокзалы; Ф3.3 — поликлиники и амбулатории; Ф3.4 — парикмахерские, телефонные узлы и другие предприятия коммунально-бытового обслуживания; Ф3.5 — физкультурно-оздоровительные и спортивно-тренировочные организации без трибун для зрителей).

Класс Ф4 включает в себя учебные, научные и проектные организации (Ф4.1 — общеобразовательные школы, средние специальные учебные заведения, профтехучилища, внешкольные учебные заведения; Ф4.2 — высшие учебные заведения, курсы и организации повышения квалификации; Ф4.3 — проектно-конструкторские и научно-исследовательские организации, издательства, учреждения органов административного управления, банки).

Наконец, к последнему классу Ф5 относятся производственные и складские помещения и сооружения (Ф5.1 — производственные цеха и лабораторные помещения; Ф5.2 — складские здания и сооружения, автомобильные стоянки без обслуживания, хранилища, архивы; Ф5.3 — здания и сооружения сельскохозяйственного назначения).

Приведенная классификация объектов по функциональной пожарной опасности по мере перехода от класса Ф5 к предшествующим классам отчетливо демонстрирует необходимость повышения уровня ответственности проектировщиков, строителей,

рабочего персонала за безопасность людей, жизнедеятельность которых связана с указанными зданиями и сооружениями, при возникновении в объектах инфраструктуры такого вида ЧС, как пожар.

С целью повышения *функциональной устойчивости* объектов инфраструктуры, относящихся к ПВОО, и снижения присущего им уровня пожаровзрывоопасности, заблаговременно проводят следующие инженерно-технические и организационные мероприятия:

- размещают ПВОО с огнестойкостью не ниже 1-й или 2-й степени в районах, не подверженных действию природных стихийных бедствий и удаленных на безопасное расстояние от населенных пунктов и кварталов жилой застройки;

- создают на территории ПВОО и в зоне возможного воздействия пожаров и взрывов средства коллективной защиты для персонала и населения, оснащенные системами регенерации воздуха или его фильтрации от дыма и продуктов сгорания;

- оснащают ПВОО автоматическими системами пожарной сигнализации и пожаротушения, а также локального оповещения о ЧС;

- создают вокруг ПВОО санитарно-защитные зоны протяженностью не менее 100 м от границ объекта;

- проводят на территории ПВОО работы по огнезащитной обработке стораемых элементов, установке противопожарных преград (брандмауэров), устройству противопожарных разрывов, очистке территории от пожароопасных материалов, созданию противопожарных бассейнов и резервуаров с водой;

- формируют на территории ПВОО запасы средств индивидуальной защиты и оказания экстренной медицинской помощи;

- поддерживают в готовности силы и средства ликвидации пожаров и взрывов, в том числе: средства пожаротушения, изолирующие и промышленные противогазы, технику для эвакуации людей с верхних этажей зданий и спасения из-под завалов;

- обеспечивают персонал ПВОО и население вокруг объекта средствами индивидуальной защиты, в том числе: промышленными противогазами, гражданскими противогазами с дополнительными патронами для защиты от оксида углерода (ДПГ-1, ПЗУК), самоспасателями, индивидуальными аптечками;

- проводят подготовку персонала ПВОО и населения к действиям при угрозе и возникновении пожара или взрыва.

Приведенный перечень мероприятий, заблаговременно осуществляемых на ПВОО, безусловно резко снижает вероятность

возникновения ЧС в виде пожаров и взрывов, а также повышает устойчивость самих объектов инфраструктуры. Однако несмотря на все эти меры, полностью исключить возможность такого рода ЧС все-таки нельзя.

*По масштабам* возникающие пожары классифицируют на следующие основные виды:

- *отдельный пожар*, возникающий в отдельно расположенном здании или сооружении, малой изолированной группе построек;

- *сплошной пожар*, характеризующийся одновременным интенсивным возгоранием преобладающего числа (более 50%) зданий и сооружений на значительном участке застройки;

- *огневой шторм* как особая форма быстро распространяющегося сплошного пожара, характеризующаяся образованием гигантского турбулентного факела со скоростью восходящего потока в нем 60—100 км/ч, большим притоком в центр пожара воздуха извне со скоростью около 15 м/с и температурой в очаге пожара до 1000°C;

- *массовый пожар*, образующийся как совокупность большого количества отдельных и сплошных пожаров на значительной по площади местности.

Сочетание таких факторов, как высокая плотность застройки, низкая огнестойкость зданий и сооружений, большая скорость ветра, длительная засуха, отсутствие эффективных средств пожаротушения может привести к полному выгоранию целых населенных пунктов, что и поныне случается в некоторых деревнях в засушливые годы.

*По условиям массо- и теплообмена* различают пожары внутренние (в помещении, ограждении), открытые (на местности) и тление в завалах (развалинах).

*Внутренние пожары* возникают в помещениях и по мере повышения температуры с одновременным усилением газообмена имеют тенденцию к стремительно ускоряющемуся расширению. После температурного разрушения остекления резко возрастает приток кислорода извне в очаг возгорания и пожар вырывается наружу здания с возможностью его перехода на соседние сооружения за счет мощного теплоизлучения, переброса искр и горящих головней.

*Открытые пожары* возникают на нефтепромыслах, складах древесины и пиломатериалов, в стогах сена, лесных массивах, торфяниках, на других открытых участках местности с интен-



сивным тепло- и газообменом зоны горения с окружающей средой. В засушливые годы площади возгорания при открытых лесных пожарах могут достигать десятков тысяч гектаров.

*Тление* в завалах (развалинах) может сопровождать масштабные взрывные разрушения, происходит в недоступных для спасателей зонах и продолжается достаточно длительное время из-за ограниченного доступа кислорода воздуха к очагу возгорания, но все же не исключает возможность своего перерастания в открытый пожар. По этой же схеме развивается и подземное тление не до конца потушенных пожаров на торфяниках.

*Взрывы*, часто сопровождающие пожары или предшествующие им, представляют собой мгновенно протекающие процессы химического или физического превращения вещества, сопровождающиеся высвобождением большого количества энергии с образованием ударной волны (осколочных фрагментов), которая угрожает жизни и здоровью человека, а также его материальному состоянию и окружающей среде, интересам общества и государства.

Причиной взрывов чаще всего являются *химические процессы* горения, происходящие с огромными скоростями (сотни метров в секунду), распространяющиеся в твердых, жидких или газообразных ВВ даже при отсутствии кислорода воздуха, поскольку обычно окислитель входит непосредственно в их состав.

Взрывы, связанные с *физическими процессами*, обусловлены разрушением оболочек, содержащих под избыточным давлением сжатый газ или перегретый пар, а также детонацией твердых или жидких ВВ.

Наконец, взрывы могут быть инициированы при образовании *объемного облака* горючих аэрозолей или газозоодушных смесей с определенным соотношением горючего вещества (водорода, оксида углерода, ацетилен) и окислителя (кислорода воздуха). Последствиями таких объемных взрывов помимо серьезных разрушений могут быть пожары.

В качестве примера особо мощных взрывных процессов можно привести взрыв двух вагонов с ВВ (104 т) на станции Свердловск-Сортировочная, который произошел в октябре 1989 г. и вызвал полное разрушение всех зданий в радиусе 300 м от эпицентра взрыва, частичное разрушение построек в радиусе 1 км, разрушение всего остекления окон зданий и сооружений в радиусе 4 км.

*Ликвидация пожара или последствий взрыва* включает в себя следующие основные этапы:

- локализацию очага возгорания и полное тушение пожара;
- проведение спасательных работ;
- проведение неотложных аварийно-восстановительных работ.

В ходе *локализации очага возгорания* уточняются: разрушения объекта, наличие завалов и преград на пути спасателей, возможные места нахождения пострадавших, масштабы и характер пожара, возможность его распространения. Одновременно разворачивается полномасштабное тушение пожара при полном отключении электроснабжения аварийного объекта и активизации резервных систем его водоснабжения.

*Проведение спасательных работ* осуществляется параллельно с тушением пожара и включает в себя: поиск пострадавших и людей, оказавшихся в опасных и отрезанных огнем зонах; их экстренную эвакуацию из разрушенных и задымленных помещений; оказание им экстренной медицинской помощи, разборку завалов и рухнувших конструкций. Одновременно проводится эвакуация населения из прилегающей к ПВОО местности.

*Неотложные аварийно-восстановительные работы* предполагают следующие экстренные действия: освобождение подъездных путей для пожарной и спасательной техники, частичное восстановление электроснабжения непострадавших частей аварийного объекта, восстановление разрушенной системы водоснабжения, освобождение территории объекта от фрагментов разрушенных конструкций и завалов, восстановление поврежденных продуктопроводов и других коммуникаций объекта.

К основным *средствам противопожарной безопасности* любых объектов прежде всего относятся системы надежной пожарной сигнализации, средства эффективной локализации огня и тушения пожаров.

*Пожарная сигнализация* (обычно электрическая) должна быстро извещать дежурную службу о возникновении пожара с обязательным указанием места возгорания. Наиболее совершенные виды таких автоматических датчиковых систем не только сигнализируют на пульт контроля и управления о начале пожара, но и сами включают стационарные устройства пожаротушения и дымоудаления. При этом автоматическое срабатывание спринклерной или дренчерной системы пожаротушения обязательно дублируется оперативным визуальным контролем дежурной смены

и, в случае необходимости, выездом пожарной команды на объект инфраструктуры.

Надежность подобной автоматической системы пожарной сигнализации обеспечивается ее постоянно включенным состоянием и отображением исправности этого состояния на центральном пульте контроля и управления.

В зависимости от физических воздействий, используемых для срабатывания системы пожарной сигнализации и пожаротушения, различают следующие виды ее датчиков: тепловые, дымовые, световые и комбинированные. Наименьшей инерционностью (временем реакции на возгорание) обладают световые датчики, чувствительные фотозлементы которых реагируют на спектр оптического излучения открытого пламени, а наибольшей инерционностью — тепловые датчики, имеющие в своем составе биметаллические, термопарные или полупроводниковые чувствительные элементы.

*Современные средства пожаротушения*, применяемые на практике, используют следующие основные методы локализации и прекращения пожара:

- *охлаждение* очага возгорания или горящих материалов путем подачи к ним веществ, обладающих большой теплоемкостью (чаще всего воды, за исключением тушения пожаров с участием некоторых кислот и щелочей, нефтепродуктов и с температурой в очагах возгорания выше  $1800^{\circ}\text{C}$ );

- *изоляция* очага возгорания от кислорода воздуха или снижение его процентного содержания в воздухе путем подачи в зону горения инертных газовых веществ (углекислого газа, азота, водяного пара) или водоземulsionной пены на их основе;

- *торможение* скорости реакции окисления путем подачи в зону горения специальных химических реагентов (низкокипящих галогенуглеводородов, порошковых гетерогенных ингибиторов);

- *срыв* пламени горения сильной струей инертного газа или воды;

- *огнепреграждение* распространения процесса горения с помощью механических средств.

Наиболее эффективные результаты достигаются при комбинированном использовании указанных методов пожаротушения с преимущественным применением в них воды, подача которой на объекты инфраструктуры при пожарах осуществляется из общегородских сетей водоснабжения или из пожарных водоемов и

емкостей на основе нормативных требований<sup>1</sup>, предъявляемых к сетям противопожарного водоснабжения низкого, среднего и высокого давления.

По существующему законодательству все пожарные части и подразделения местных, муниципальных, региональных образований подчиняются Главному управлению государственной пожарной службы МЧС России, выполняющему функции организации, управления, контроля и координации действий всей системы обеспечения противопожарной безопасности в стране.

В качестве надзорного органа, осуществляющего функции контроля за состоянием противопожарной безопасности на территории подведомственных предприятий и объектов инфраструктуры, чрезвычайно велика роль инспекционной противопожарной службы — Госпожарнадзора и его местных управлений или отделов пожарной охраны, входящих во все уровни административного управления субъектов Российской Федерации.

#### 6.3.4. Другие чрезвычайные ситуации техногенного характера

Рассматривая ЧС в техногенной сфере, следует признать, что значительная часть из них так или иначе связана с ошибками человека на разных стадиях жизненного цикла технических систем, т.е. являются по сути *антропогенными ЧС*.

Так, многие ЧС в сфере *строительства*, связанные с обрушениями строительных конструкций, имеют в своей основе ошибки проектировщиков или плохое качество работы строителей. В обоих случаях так называемый «человеческий фактор», оставаясь как бы «за кадром» самой ЧС, играет в ее формировании самую непосредственную роль. Ошибки, допущенные на этапах проектирования или строительства, могут быть не выявлены приемочными комиссиями, призванными осуществлять контрольные функции.

Наиболее масштабные ЧС могут быть вызваны разрушениями *гидротехнических сооружений*: гидроэлектростанций (ГЭС), плотин, дамб, шлюзов. Основным поражающим фактором при разрушении подобных конструкций является так называемая *волна прорыва*, образующаяся из-за большого перепада уровней воды в верхнем и нижнем бьефах гидротехнического сооружения, которая по своим катастрофическим свойствам вполне со-

<sup>1</sup> СНиП 2.04.02—84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

поставима с действием природных цунами. На территории Российской Федерации существуют 815 гидродинамически опасных объектов, в зоне потенциальных аварийных воздействий которых проживают около 7 млн человек.

Примерами наиболее разрушительных ЧС на гидротехнических сооружениях являются прорывы высоконапорных плотин (высотой более 50 м): многоарочной плотины в Глено (Италия), арочной плотины в Мальпасе (Франция), гравитационной плотины в Франсисквито (США). Большое число человеческих жертв в подобных ЧС (в первом случае число погибших достигло 600 человек, а в двух последних — по 400 человек) без сомнения вызвано чрезвычайно кратким временем разворачивания такого рода техногенных катастроф, оставляющим мало возможностей для предупреждения населения о грозящей опасности, хотя и эти возможности, конечно, необходимо использовать в виде оповещения звуковыми сигналами сирен и ревунов, а также всеми другими возможными способами.

Наиболее действенным методом обеспечения безопасности населения в таких ЧС является заблаговременное отселение людей при угрозе аварии из зоны возможного аварийного затопления территории ниже уровня расположения гидротехнического сооружения.

Из оперативных методов противодействия разрушениям гидротехнических сооружений используют активизацию в случае угрозы ЧС регулируемых затворами водосбросов, заблаговременно построенных безнапорных дамб и деривационных (отводных) каналов для аварийного спуска воды из водонакопителей верхнего бьефа и снижения этим возможного ущерба от техногенной катастрофы.

Нормативные требования по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений при их проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, восстановлении и консервации устанавливает Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», который является основной правовой базой в данной области техносферы.

К другим видам ЧС техногенного характера относятся *прорывы энергонесущих продуктопроводов*, которые могут представлять собой значительную опасность для населения и территорий, вследствие большой протяженности подобных магистральных сооружений, иногда располагающихся на территории нескольких сопредельных государств и образующих единую энергонесущую

систему с распределенными по ее длине промежуточными пунктами отсечки.

Одна из таких крупных техногенных аварий произошла в июле 1989 г. в Башкортостане на 1431-м километре трассы Западная Сибирь—Урал—Поволжье в результате прорыва трубопровода по перекачке жидкого углеводородного сырья. Разгерметизация трубы диаметром 720 мм привела к тому, что в течение 2,5 ч из трубопровода вытекло около 11 тыс. т жидкого продукта, образовавшего в смеси с воздухом огромное взрывоопасное облако, которое взорвалось при прохождении двух встречных пассажирских поездов по железнодорожному пути, расположенному в полукилометре от аварийного участка трубопровода. Трагическим итогом комбинированной ЧС при взрыве газовой смеси, крушении поездов и возникшего в них пожара стали 573 погибших, а также 693 раненых человека, многие из которых умерли затем в больницах от тяжелых травм и ожогов, в результате число жертв катастрофы достигло примерно 800 человек.

Данный случай является ярким примером сочетанного действия нескольких видов аварийных факторов, когда прорыв энергоносителя стал первопричиной образования облака взрывоопасной газовой смеси, взрыв которой в момент прохождения пассажирских составов явился причиной последующей железнодорожной катастрофы в виде схода с рельсов и опрокидывания под действием ударной взрывной волны вагонов, а также возникшего затем в них пожара.

Тяжелые последствия данной ЧС были обусловлены аварийным выбросом из трубопровода огромного количества углеводородного сырья, продолжавшимся неоправданно длительное время (2,5 ч). Поскольку авария произошла в ночное время суток, не исключено, что имела место невнимательность или эксплуатационная ошибка дежурной смены операторов пункта отсечки, не принявших вовремя мер по блокировке аварийного участка трубопровода и не отключивших подачу в него сжиженного газа, несмотря на падение давления в трубопроводе, свидетельствующее о его аварийной разгерметизации. Иначе говоря, неправильные действия людей, находившихся за десятки километров от места развернувшейся трагедии, могли послужить причиной столь тяжелой ЧС.

*Транспортные ЧС* занимают «ведущее» место (65,7%) среди прочих видов ЧС в техногенной сфере из-за огромного количества самих транспортных перевозок и той большой роли, которую играет человек-оператор в управлении любыми транспорт-

ными средствами. Доля «антропогенных» предпосылок возникновения аварийных ситуаций, связанных с ошибками оператора, превышает 70% в авиации, автомобильном транспорте и судоходстве. К сожалению, многие из них в дальнейшем перерастают в реальные авиационные (60%), автомобильные (75%), морские (80%) катастрофы как вид *антропогенных ЧС*.

Как уже указывалось ранее, в нашей стране наблюдается самая высокая аварийность на автомобильном транспорте. За пять лет в конце 1990-х — начале 2000-х гг. на дорогах Российской Федерации погибли в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) свыше 182 тыс. человек из 1,2 млн пострадавших. Только за 2002—2003 гг. жертвами российских ДТП стали около 69 тыс. человек, причем свыше 75% всех аварий происходят по вине водителей. Для сравнения отметим, что в США доля техногенных ЧС на автомобильном транспорте примерно в 15 раз (!) меньше, чем в России, при многократно большем объеме осуществляемых там автомобильных перевозок.

Для исправления такой ситуации необходимо существенное повышение качества работы автошкол и ГИБДД, а также безусловное выполнение всеми участниками дорожного движения Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»; Правил дорожного движения Российской Федерации и Основных положений по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностей должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090, действующих в новой редакции с января 2004 г.; ГОСТа Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»; Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ; Конвенции о дорожном движении (Вена, 8 ноября 1968 г.), ратифицированной СССР в 1974 г.; постановления Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2002 г. № 930 «Об утверждении Правил медицинского освидетельствования на состояние опьянения лица, которое управляет транспортным средством, и оформления его результатов».

### ② *Контрольные вопросы*

1. Какие виды техногенных ЧС представляют наибольшую угрозу для населения и территорий?

2. Какие предприятия относятся к радиационно опасным объектам?
3. Как классифицируются нарушения в работе АЭС?
4. Какие этапы выделяют в развитии радиационно опасных аварий?
5. Какие методы используют для защиты населения при авариях на радиационно опасных объектах?
6. На какие категории делятся химически опасные объекты?
7. Что называется «химической аварией» и каковы основные этапы ее развития?
8. Какие работы проводятся при ликвидации аварий на химически опасных объектах?
9. Какие вещества относятся к категории «пожаровзрывоопасных веществ», используемых на «опасных производствах»?
10. Как определяются понятия «пожар», «пожарная опасность», «взрыв»?
11. Что понимается под «функциональной устойчивостью» производственных объектов, и какими факторами она определяется?
12. Как характеризуется огнестойкость объектов инфраструктуры?
13. Как классифицируются конструктивная и функциональная пожарная опасность зданий и сооружений?
14. Что относится к средствам противопожарной безопасности?
15. Какие основные методы используются в настоящее время при пожаротушении?
16. Чем характеризуются антропогенные ЧС в техносфере?

## **6.4. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях природного характера**

### **6.4.1. Защита населения и территорий при землетрясениях**

*Землетрясением* называется стихийное явление, вызванное резкими взаимными сдвигами слоев земной коры или верхней мантии, приводящими к толчкам, колебаниям и разрывам земной поверхности, которые могут сопровождаться разрушениями объектов инфраструктуры, человеческими жертвами и возникновением ЧС.

По своей природе любые землетрясения являются результатом действия огромных сдвиговых напряжений, накапливающихся в верхних слоях литосферы внутри нашей планеты и приводящих к резким подвижкам этих слоев относительно друг друга, что отражается в сейсмической активности различных географических районов земной поверхности.



Среди природных катастроф, приобретающих характер ЧС, землетрясения по частоте своего возникновения составляют около 15%, а среди общего числа ЧС в мире — 7,2%. При этом ежегодное число регистрируемых сейсмографами землетрясений достигает 100 тыс. (в одной только Японии регистрируется в год до 7500 толчков и колебаний земной поверхности). Однако действительно сильные землетрясения, достигающие 7—8 баллов по шкале Рихтера, приносящие огромные разрушения и жертвы, случаются довольно редко (один раз в несколько лет или десятилетий соответственно), но память о них остается очень надолго.

Среди наиболее разрушительных землетрясений, произошедших в мире в середине — конце XX в., следует выделить следующие: г. Ашхабад (1948 г. — погибли 27 тыс., ранены 55 тыс. человек); г. Ташкент (1964 г.); Китай (1976 г. — погибли 640 тыс., ранены более 1 млн человек); Иран (1978 г. — погибли 20 тыс., ранены 9 тыс. человек); г. Алма-Ата (1987 г.); г. Спитак в Армении (1988 г. — погибли 25 тыс., ранены 31 тыс. человек); г. Нефтегорск на Сахалине (1989, 1996 гг.). По данным ЮНЕСКО, количество погибших от землетрясений в мире за последние десятилетия превысило 1 млн человек.

Только в феврале 2004 г. произошли мощные землетрясения в Марокко, в г. Бам в Иране, вблизи г. Безансон во Франции. Широкая география и почти одновременность возникновения указанных землетрясений свидетельствуют о возросшей активности недр планеты уже в наступившем третьем тысячелетии. Подтверждает это серия мощнейших землетрясений в Юго-Восточной Азии, начавшаяся 26 декабря 2004 г. с уникального по своей мощности подводного землетрясения силой 9 баллов по шкале Рихтера, ставшего причиной возникновения огромных волн цунами и гибели в общей сложности свыше 300 тыс. человек в Индонезии, Малайзии, Таиланде, Мьянме, Индии, Шри-Ланке и других странах Бенгальского залива.

Для характеристики землетрясений чаще всего используют следующие основные их параметры:

- энергия  $E_3$  источника землетрясения, измеряемая в джоулях (Дж);

- магнитуда  $M_3$ , характеризующая мощность землетрясения и измеряемая в баллах по шкале Рихтера;

- интенсивность сейсмических толчков, служащая для оценки землетрясения по степени вызванных им разрушений, измеряемая в баллах по шкале Меркалли (I—XII);

- *глубина расположения гипоцентра*, измеряемая в километрах (км);
- *продолжительность землетрясения*, измеряемая в секундах (с);
- *географические координаты расположения эпицентра*.

Приближенная оценка энергии источника землетрясения обычно производится по следующей эмпирической формуле:

$$E_3 = 10^{(5,24 + 1,44 M_3)}$$

Сама магнитуда  $M_3$ , входящая в состав данной формулы, представляет собой полученную из сейсмограммы меру смещения грунта при землетрясении, измеренную на расстоянии 100 км от его эпицентра стандартным крутильным сейсмографом. Верхнего предела шкала Рихтера не имеет, однако сильнейшие из зарегистрированных до сих пор землетрясений не превышали 9 баллов. Увеличение магнитуды  $M_3$  всего лишь на один балл по шкале Рихтера означает усиление колебаний грунта при землетрясении в десять раз и возрастание сопутствующей ему силы толчков в 35—48 раз.

Оценка интенсивности сейсмических толчков при землетрясениях производится по шкале Меркалли в баллах и носит достаточно субъективный характер, обусловленный лишь качественной характеристикой ощущений человека и наблюдаемых им последствий землетрясения. Так, по этой шкале землетрясения до V балла включительно оцениваются как *слабые* (общее сотрясение зданий, смещение мебели, трещины в стеклах).

Землетрясения в VI—VII баллов по шкале Меркалли считаются *сильными* (трудно устоять на ногах, обрушение черепицы, повреждение непрочных зданий), в VIII—IX баллов — *разрушительными* (всеобщая паника, разрушение домов средней прочности), в X—XII баллов — *катастрофическими* (полное разрушение домов, оползни и обвалы, искривление рельсов, большие трещины в грунте, выход из строя трубопроводов, изменение рельефа местности).

Обычно шкалу Рихтера используют для характеристики землетрясения в пределах 100-километровой зоны вокруг его эпицентра, а шкалу Меркалли — за пределами этой зоны.

*Глубина расположения гипоцентра* землетрясения, т.е. возникшего в литосфере источника сейсмических волн, оценивается обычно в 20—30 км для большинства землетрясений, но может также достигать 750 км для отдельных крупномасштабных

сейсмических явлений. Район земной поверхности, расположенный непосредственно над глубинным гипоцентром, считается эпицентром землетрясения и фиксируется в обычных географических координатах.

Наконец, *продолжительность землетрясения* отсчитывается с момента первого сейсмического толчка и не превышает в большинстве случаев 50 с. Лишь при самых мощных землетрясениях их продолжительность может достигать 1,5 мин.

Рассматривая структуру землетрясений во времени, можно выделить в их составе следующие три основных вида сейсмических волн:

- *продольные колебания*, идущие от гипоцентра из глубины литосферы радиально к поверхности со скоростью 6—8 км/с;
- *поперечные колебания*, перпендикулярные продольным колебаниям и идущие со скоростью 2—5 км/с;
- *поверхностные колебания*, идущие от эпицентра землетрясения на большие расстояния со скоростью 0,3—1,4 км/с.

Разная скорость распространения указанных сейсмических волн при землетрясениях приводит к многоэтапности их воздействия на среду обитания человека. В первую очередь ощущается действие наиболее скоростных *продольных волн*, которые сравнительно невелики по интенсивности и носят скорее предупреждающий характер, давая человеку короткое время для экстренной эвакуации из здания или выхода на открытую местность.

После них спустя короткое время, которое в зависимости от глубины расположения гипоцентра и удаленности от эпицентра может составлять до 0,5—1,5 мин, наблюдается действие *поперечных волн*, являющиеся причиной наибольших разрушений объектов инфраструктуры в местах обитания человека. Последними приходят *поверхностные волны*, распространяющиеся на весьма значительные расстояния, но не имеющие разрушительной силы поперечных волн и воспринимаемые человеком скорее как завершение возникшего землетрясения.

*Основным поражающим фактором* любых землетрясений являются обрушения зданий и фрагментов инфраструктуры, образующих в течение считанных секунд многометровые завалы, под которыми могут оказаться погребенными люди.

Кроме того, падающие с большой высоты осколки лопнувших стекол, сорванные и находящиеся под напряжением провода энергосетей, поврежденные водо- и газопроводы, возникающие взрывы и пожары, охваченные паникой люди — все это харак-

терные для природных ЧС угрозы, которые могут привести к большому числу человеческих жертв.

*Превентивные организационные меры* в районах повышенной сейсмической активности обязательно включают в себя выделение наиболее опасных сейсмических зон (*сейсмическое районирование*) как на территории всей страны, отдельных регионов, так и в пределах отдельных городских и производственных площадей. В процессе сейсмического районирования формируются специальные карты с нанесенными на них участками повышенной сейсмической опасности, расположением геологических сейсмоактивных разломов и другими данными, которые обязательно следует учитывать при проведении любых строительных и градообразующих работ.

Вторым важнейшим направлением в превентивных мерах по защите от землетрясений является *заблаговременное формирование сил и средств* для оперативного развертывания и эффективных действий в условиях природных ЧС. Силы, создаваемые на базе РСЧС, обязательно должны содержать в своем составе инженерные формирования и специальную службу кинологов с собаками, обученными на поиск людей под завалами. Средства должны включать в себя не только мощную технику и специальные механизмы для разбора завалов, но и чувствительную аппаратуру, способную быстро обнаружить людей, заживо погребенных внутри завалов (например, акустическую систему «Пеленг» и микроволновый детектор движения для поиска живых людей в завалах на глубине до 10 и 15 м соответственно), а также пожарную и медицинскую технику, продукты и средства обеспечения жизнедеятельности населения.

Третье направление превентивных мер по предупреждению ЧС требует *организации постоянно действующего контроля сейсмической обстановки* на базе Единой системы сейсмических наблюдений (ЕССН), включающей в себя сеть сейсмических и геомагнитных станций в различных регионах, а также центры обработки получаемых этими станциями оперативных данных. По результатам обработки этих данных проводится краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное *прогнозирование землетрясений*, а также оперативное оповещение органов власти и всего населения при возрастании угрозы землетрясения и возникновении ЧС.

К числу важных превентивных мер относится и *подготовка населения к действиям* при возникновении угрозы или начале

толчков землетрясения. Огромную роль играют разъяснительная работа и психологическая подготовка людей, поскольку именно внутренняя готовность к отражению удара стихии позволит им преодолеть панику и предпринять все необходимые меры для спасения себя и своих близких, прийти на помощь другим людям, нуждающимся в ней. Для этого необходимо заблаговременно, используя средства массовой информации и любые доступные источники информационного воздействия, доводить до сведения населения рекомендации по основным правилам поведения при землетрясениях. Существующий опыт такой подготовки населения в сейсмоопасных районах Японии, США и других стран показывает действенность подобных превентивных мер и резкое снижение панических настроений и неоправданных потерь при возникновении ЧС.

Весьма эффективной оказывается *упреждающая эвакуация* населения и техники при угрозе землетрясения на открытую местность, временное проживание людей в палаточных городках, размещение спасательной техники на открытых площадках. Одновременно осуществляется перевод опасных видов производства на аварийный режим работы или их полная остановка.

*Ликвидация последствий произошедшего землетрясения* начинается немедленно после завершения остаточных сейсмических колебаний и включает в себя целый комплекс аварийно-спасательных и других неотложных работ (АС и ДНР), который предусматривает:

- оперативную разведку пострадавших территорий, определение характера и объема возникших разрушений;
- распределение имеющихся сил и средств по территориям наиболее пострадавших районов, их выдвижение на заданные позиции;
- поиск и спасение людей из-под завалов и из разрушенных сооружений, оказание им экстренной медицинской и психологической помощи, посменная и круглосуточная организация АС и ДНР;
- тушение пожаров, восстановление разрушенных коммуникаций, устранение аварий инженерных сетей;
- обрушение или укрепление аварийных зданий и сооружений, обеспечение безопасности самих спасателей;
- развертывание пунктов медицинской помощи и горячего питания населения, организация снабжения людей одеждой, водой и сухими продуктовыми пайками;

- принятие необходимых мер по обеззараживанию территорий, проведение противозидимиологических мероприятий;
- восстановление инфраструктуры пострадавших районов и постепенное возвращение людей к местам постоянного проживания.

Особо следует отметить большое значение фактора времени в первые дни поиска пострадавших под завалами, поскольку с каждым часом вероятность отыскания в них живых людей стремительно уменьшается, а использование тяжелой техники при разборе завалов должно быть предельно осторожным.

#### 6.4.2. Защита населения и территорий при наводнениях

*Наводнение* представляет собой резкий подъем уровня воды в реке или море и временное затопление обширных прилегающих к ним территорий с угрозой для жизни людей и домашних животных, а также нанесением людям значительного материального ущерба.

Поскольку города, поселки и деревни всегда строились вблизи от источников пресной воды, и прежде всего рек, оказывается, что наводнения являются одним из наиболее распространенных видов стихийных бедствий (около 40% всех природных катастроф) и составляют при этом 8,15% общего числа всех ЧС.

*Причинами* внезапного подъема уровня воды при наводнении сверх нормального уровня, что является основным критерием, характеризующим степень опасности наводнения, могут быть:

- *весенний паводок* из-за резкого таяния снега и льда в верховьях рек и недостаточной пропускной способности основного русла реки в нижнем ее течении;
- *длительные проливные дожди*, ведущие к переполнению русла реки и затоплению прилегающих территорий в нижнем ее течении;
- *ледяные заторы* в среднем или нижнем течении реки, снижающие ее пропускную способность и ведущие к разливу выше заторов;
- *обрушение или прорыв («проран») плотины* в верховьях реки, а также повреждение защитной дамбы в среднем или нижнем течении;
- *нагон воды в устье реки из моря* устойчивым ураганым ветром с наводнением в низовьях реки;
- *волны цунами* как результат подводного землетрясения с затоплением побережья и наводнением в устье прибрежных рек.

Эксперты считают, что опасным для жизни человека является подъем воды при наводнении уже на 1 м и скорости ее течения свыше 1 м/с. Для сравнения, в г. Санкт-Петербурге, испытавшем за время своего существования более 240 наводнений, рекордный подъем воды в Неве составлял 4 м в ноябре 1824 г. и 3,69 м — в 1924 г. Позже вода достигала уровня 2,29 м (зимой 1973 г.) и 2,25 м (1984 г.).

Из наиболее трагических по своим последствиям выделяют наводнение, произошедшее в 1963 г. в Италии, когда в результате обрушения части горного массива в водохранилище Вайонг возникла волна перелива через плотину, уничтожившая в долине реки Пьяве несколько поселков и унесшая жизни 4400 человек. Намного большим числом жертв сопровождались наводнения, которые произошли в 1970 г. в Индии (300 тыс. погибших), Китае (200 тыс. погибших) и Бангладеш (72 тыс. погибших). В разные годы подвергались разрушительным наводнениям и другие страны, такие как Нидерланды, Германия, Португалия, Бразилия. В результате проливных дождей летом 2002 г. наводнения снова произошли в ряде стран Западной Европы, а также на юге России в Краснодарском крае. Сильнейшие речные паводки весной 2005 г. стали причиной серии опустошительных наводнений в Иркутской области, Дагестане, Северной Осетии и других субъектах Российской Федерации.

Особо крупный ущерб и огромные человеческие жертвы сопровождают наводнения, которые вызывают в прибрежных районах волны цунами, в свою очередь, являющиеся результатом мощных подводных землетрясений. Скоротечный характер этого бедствия не оставляет времени на подготовку к нему, и поэтому при организации спасательных операций счет идет на минуты, требующиеся для прохождения волн цунами от эпицентра землетрясения до побережья.

*Цунами* представляют собой разновидность поверхностных волн, распространяющихся на огромные расстояния в виде одиночных или нескольких последовательно идущих друг за другом очень больших водных валов высотой до 10 м. По мере приближения к мелководной части побережья такие волны начинают стремительно увеличиваться, аккумулируя кинетическую энергию движения воды, и могут достигать в узких бухтах и устьях прибрежных рек высоты 30—50 м.

Из наиболее подверженных действию цунами районов мира выделяется тектонически активная часть Тихого океана в зоне

расположения Курильских островов, Японии, Филиппин. Так, в 1952 г. цунами практически полностью уничтожили г. Южно-Курильск. Разрушительные цунами с большим числом жертв происходили на побережье США (1900 г. — 60 тыс. погибших), Японии (1923 г. — 14 тыс. погибших), Филиппин (1976 г. — 6 тыс. погибших). Однако к наибольшим разрушениям и жертвам (свыше 320 тыс. погибших), привели волны цунами и вызванное ими наводнение в декабре 2004 г., затронувшие побережье более десятка стран Бенгальского залива в Юго-Восточной Азии (Таиланда, Индонезии, Малайзии и др.). Космическая фотосъемка районов бедствия показала огромные разрушения и полное изменение ландшафта пострадавших территорий.

По масштабам и наносимому ущербу различают следующие четыре основных вида наводнений:

- *небольшие наводнения* (с незначительным материальным ущербом и повторяемостью каждые 5—8 лет на малых реках);
- *большие наводнения* (со значительным материальным ущербом и повторяемостью каждые 10—25 лет на крупных реках);
- *выдающиеся наводнения* (почти полностью парализующие хозяйственную деятельность региона, требующие массовой эвакуации населения и происходящие в речных системах каждые 50—100 лет);
- *катастрофические наводнения* (надолго парализующие хозяйственную деятельность стран, сопровождающиеся большим числом жертв и распространяющиеся на целую сеть речных бассейнов реке, происходят реже одного раза в 100 лет).

К основным параметрам, характеризующим наводнения, можно отнести: *максимальный уровень подъема воды; скорость подъема воды; скорость течения; площадь затопления; продолжительность стояния опасного уровня вод* и другие.

Наводнения наносят как *прямой ущерб* (гибель людей от утопления, переохлаждения и травм; повреждения и разрушения зданий и сооружений, дорог и коммуникаций; гибель животных и урожая; уничтожение топлива, продовольствия, кормов; затраты на эвакуацию населения; уничтожение плодородных почв садов и полей), так и *косвенный ущерб* (затраты на жизнеобеспечение населения, доставку продовольствия, гуманитарной помощи, лекарств; прекращение или сокращение деятельности предприятий; выплата компенсаций населению; стоимость восстановительных работ; временная потеря части пострадавших от наводнения территорий для хозяйственной деятельности).



Поскольку наводнения имеют определенную повторяемость, связанную с целым комплексом известных сопутствующих факторов, их прогнозирование может осуществляться с достаточно большой вероятностью заблаговременно, давая время на подготовку к ним и резкое сокращение возможного ущерба для населения и хозяйства.

К числу *подготовительных мероприятий*, осуществляемых при получении неблагоприятного прогноза о возможном возникновении наводнения, относятся:

- проведение необходимых работ по проверке состояния и укреплению защитных гидротехнических сооружений;

- перевод предприятий в зоне возможного наводнения на резервный режим работы, снижение нагрузки энергосетей, коммуникаций;

- подготовка запасов необходимых спасательных средств для населения, средств первой медицинской помощи и продуктов питания;

- приведение в повышенную готовность сил и средств для проведения спасательных работ и ликвидации последствий наводнения;

- осуществление постоянного оперативного контроля за состоянием уровня рек и других параметров природной среды;

- приведение в готовность всех систем оповещения населения;

- частичная эвакуация скота и зерновых запасов на резервные безопасные участки территории;

- оповещение населения об угрозе наводнения и его подготовка к действиям в условиях ЧС;

- упреждающая частичная эвакуация населения из районов повышенной опасности наводнения в подготовленные эвакуопункты.

*При начале наводнения и регистрации подъема уровня воды* предпринимаются следующие неотложные меры:

- проводится оперативная оценка органами управления ГОЧС фактической обстановки в зоне стихийного бедствия, определение совместно с гидрометеослужбой границ района, характера развития, параметров и возможных последствий начавшегося наводнения;

- по результатам оперативной оценки обстановки делаются выводы о масштабах экстренной эвакуации населения, необходимых для этого силах и средствах, безопасных районах разме-

щения эвакуируемых людей, распределении спасательных формирований РСЧС по участкам проводимых работ;

- проводится экстренное оповещение населения о масштабах стихийного бедствия с указанием времени начала и скорости подъема воды, возможных районах затопления, порядке эвакуации людей;

- оперативно выдвигаются спасательные подразделения РСЧС в район начавшегося стихийного бедствия;

- проводятся необходимые спасательные операции и эвакуация населения из наиболее пострадавших районов наводнения;

- проводится обеспечение населения одеждой, продуктами питания, лекарствами, предметами первой необходимости;

- осуществляется локализация наводнения, предпринимаются все меры по уменьшению уровня подъема воды и скорейшему ее спаду;

- осуществляются противоэпидемиологические мероприятия по предотвращению массовых заболеваний населения.

Успех в обеспечении безопасности населения при возникновении наводнений во многом зависит от степени подготовленности людей и инфраструктуры возможных районов стихийного бедствия к ЧС. Необходимо своевременное и повсеместное оповещение населения о начале наводнения и рекомендуемых действиях людей, облегчающих последующее их спасение и эвакуацию. Очень важны оперативность и слаженность действий спасательных формирований РСЧС, четко выполняющих план действий, намеченный органами управления ГОЧС, а также скорость ликвидации последствий ЧС.

### 6.4.3. Защита населения и территорий при эпидемиях

Среди природных биологических явлений, имеющих характер ЧС, одними из самых страшных для человека всегда были и остаются *эпидемии* (от греч. *epidemia* — повальная болезнь), под которыми понимаются массовые распространения инфекционных болезней, намного превышающие обычный уровень заболеваемости ими. Эпидемия, охватившая несколько стран или значительную часть населения планеты, рассматривается как *пандемия* и приобретает характер глобальной ЧС.

Одним из наиболее часто встречающихся видов возбудителей болезней являются бактерии (от греч. *bakterion* — палочка), к числу которых относятся простейшие прокариотные (безъядерные) микроорганизмы, имеющие вид шариков (стафилококки,

стрептококки) или палочек (палочки Коха, кишечные палочки) и вызывающие такие смертельно опасные заболевания, как чума, холера, туберкулез, дизентерия, столбняк, проказа, инфекционный менингит и др.

Ко второму широко распространенному виду возбудителей болезней относятся вирусы (от лат. *virus* — яд), представляющие собой неклеточные формы жизни паразитического типа, способные жить и размножаться только внутри других живых клеток. Будучи по своим размерам примерно в 50 раз меньше бактерий, вирусы обладают высокой проникающей способностью, легко проходя через любые фильтры, а также весьма высокими мутирующими свойствами, что делает борьбу с вирусными заболеваниями очень сложной и требующей максимальной осторожности.

В настоящее время известно около 500 видов вирусов, поражающих теплокровные биологические виды, и свыше 300 видов вирусов, вызывающих болезни высших растений. К числу вирусных заболеваний относятся такие, как оспа, гепатит, грипп, корь, свинка, энцефалит, краснуха и др.

Эпидемии и пандемии различных болезней издавна уносили множество человеческих жизней. Особенно свирепствовали контагиозные (т.е. легко передаваемые при контактах) заболевания. В частности, известны пандемии натуральной оспы, опустошившие многие страны Европы, Азии, Америки (смертность заболевших достигала при этом 40% и составляла в XVI—XVII вв. ежегодно свыше 1,3 млн человек). К 1977 г. оспа была полностью ликвидирована на нашей планете благодаря методу *ослопрививания* (вакцинации), открытому английским врачом Э. Дженнером (1749—1823). В настоящее время Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) даже учреждена специальная премия за сообщение о любом подтвержденном случае заболевания натуральной оспой, произошедшем где-либо в мире, чтобы полностью исключить новую возможность вспышек этой болезни.

Смертельно опасны были пандемии чумы («черной смерти»), охватывавшие огромные территории многих европейских, ближневосточных, азиатских стран. Только в XIV в. от чумы погибли свыше 25 млн человек. В XX в. распространение чумы, переносимой блохами, а также мышами, крысами и другими грызунами, в мире резко снизилось и не превышает в настоящее время 6 тыс. случаев заболеваний в год. Однако эта болезнь сохраняет свою активность в некоторых природных очагах, занимающих до

7% территории суши, в том числе и в отдельных районах Российской Федерации.

Опустошительны по своим последствиям были эпидемии холеры, природными очагами которой до сих пор остаются территории Индии и Бангладеш. Начиная с 1816 г., когда холера впервые была завезена в Европу, в мире произошло 6 пандемий этого заболевания. Только в России за столетие холерой заболели более 5 млн человек, около половины из которых погибла. В 1957 г. появилась седьмая пандемия холеры, вызванная новой разновидностью возбудителя болезни — вибрионом Эль-Тор, проявлявшим удивительную живучесть. В настоящее время смертность от холеры при своевременном лечении этого инфекционного заболевания с помощью антибиотиков практически сведена к нулю.

Одним из наиболее распространенных видов вирусных заболеваний пока остается грипп. Каждые два-три года происходят достаточно крупные эпидемии этой болезни и в среднем через каждые 20 лет — пандемии гриппа. Одна из них («испанка»), возникшая в 1918—1920 гг., унесла жизни около 20 млн человек практически по всему миру. Во время другой пандемии гриппа, охватившей мир в 1957 г., погибли свыше 1 млн человек.

Из трех наиболее известных видов вируса гриппа (А, В, С) чаще всего крупные эпидемии вызывает вирус А, обладающий очень высокими мутирующими способностями, что почти ежегодно приводит к появлению новых его разновидностей. Так, в конце 2003 г. в Китае впервые была зарегистрирована крайне опасная болезнь с практически 100%-ной смертностью заболевших людей, получившая название «куриного гриппа». Это заболевание, передающееся от птиц, поражает человека за две недели, а остроинфекционный характер делает его глобальной угрозой для всего человечества.

Из других сравнительно новых вирусных заболеваний следует упомянуть о СПИДе (синдроме приобретенного иммунодефицита), впервые обнаруженном в США в 1981 г. Возбудители этой ВИЧ-инфекции были выявлены достаточно быстро, уже через два года, однако эффективного лечения ее пока так и не найдено. Россия по темпам роста числа ВИЧ-инфицированных больных в настоящее время находится на четвертом месте в мире. С 1999 г., когда число таких больных в нашей стране составляло «всего» 16 тыс. человек, ситуация поменялась кардинальным образом, и уже в 2003 г., т.е. спустя всего четыре года, общее количество ВИЧ-инфицированных выросло в Российской Федера-

ции до 260 тыс. человек (т.е. более чем в 16 раз!), причем 80% из них составляет молодежь в возрасте 15—19 лет. Учитывая это, а также неизлечимый пока характер заболевания, приходится признать, что данная биологическая угроза постепенно превратилась в общенациональную проблему.

Еще одно остроинфекционное вирусное заболевание новейшего времени — атипичная пневмония (SARS), пандемия которой разразилась на рубеже 2002—2003 гг. Начавшись на одной из свиноферм в Гонконге и обладая очень высокой летальностью, эта болезнь затронула в большей или меньшей степени практически весь мир. Жесткие карантинные меры, быстро введенные мировым сообществом, позволили избежать наихудшего развития событий и массовой гибели населения многих стран. В результате, к июлю 2003 г., когда ВОЗ объявила о ликвидации пандемии SARS, в мире погибли от нее «лишь» около 800 человек. Учитывая неизвестный ранее характер этого заболевания, следует признать, что только консолидация усилий многих государств позволила человечеству эффективно противостоять этой глобальной биологической угрозе.

*Основными причинами возникновения очагов эпидемий обычно являются следующие:*

- попадание канализационных стоков в систему питьевого водоснабжения;
- наличие на открытой местности в течение длительного времени непогребенных трупов людей и животных;
- несвоевременный вывоз и утилизация отходов животного и растительного происхождения;
- массовое размножение и заболевание грызунов в естественных эпидемиологических очагах;
- крупномасштабная миграция населения при отсутствии эпидемиологического медицинского контроля за состоянием людей;
- отсутствие бытовых удобств в местах массового проживания людей, грубое нарушение санитарно-эпидемиологических норм и требований;
- ослабление здоровья людей и повышение их восприимчивости к инфекционным заболеваниям.

*Возникновение и распространение инфекции предполагает наличие трех основных компонентов: источника инфекции, механизма передачи инфекции, восприимчивого к инфекции организма.*

*Пути проникновения возбудителей болезни в организм человека чаще всего являются:*

- *водно-пищевой путь* попадания кишечных инфекций (холера, брюшной тиф, сибирская язва, сальмонеллез, дизентерия и др.);
- *воздушно-капельный путь* попадания дыхательных инфекций (грипп, оспа, чума, корь, дифтерия, скарлатина, геморрагические лихорадки, инфекционный менингит и др.);
- *трансмиссивный путь* попадания инфекции в кровь человека (чума, сыпной тиф, клещевой энцефалит, СПИД, туляремия и др.);
- *контактный путь* попадания инфекции через кожные или слизистые покровы (венерические заболевания, СПИД, геморрагические лихорадки и др.).

Отдельные возбудители болезней могут попадать в организм человека несколькими различными путями. в любом случае вызывая такие опасные заболевания, как чума (легочный и трансмиссивный путь), СПИД (трансмиссивный и контактный путь), геморрагические лихорадки (легочный и контактный путь), а также некоторые другие «универсальные» инфекции.

*Специфической особенностью* любых инфекционных заболеваний, составляющих основу эпидемий, является наличие определенного времени, проходящего с момента заражения человека до появления явных признаков болезни. Это время, составляющее для разных инфекций от часов до месяцев, носит название *инкубационного периода* и может при большой его длительности существенно осложнять борьбу с эпидемиями, поскольку уже инфицированный, но еще не знающий об этом человек сам становится носителем инфекции и ее источником для окружающих, многократно увеличивая тем самым масштабы распространения болезни.

Одним из важных элементов борьбы с эпидемией является *выявление и локализация* так называемого «эпидемического очага» — вполне определенной и достаточно компактной территории, ставшей исходным пунктом зарождения эпидемии и основным местом развития возбудителя инфекционной болезни, где впервые начался процесс инфицирования этой болезнью здоровых людей.

Помимо выявления очага заражения, противоэпидемические мероприятия включают в себя также следующие основные действия:

- *санитарно-эпидемиологическую разведку*, предоставляющую оперативные достоверные данные о территориальных гра-

ницах распространения эпидемии и уровне заболеваемости населения;

- *организацию карантинного охранно-пропускного режима*, обеспечивающего надежную локализацию эпидемического очага, с целью пресечения распространения инфекционной болезни;

- *проведение экстренной профилактики* (вакцинации, превентивного лечения) здорового населения, проживающего вокруг эпидемического очага;

- *выявление и прикурительное помещение в карантин* всех лиц, случайно контактировавших с заболевшими людьми (обсервация);

- *проведение экстренных лечебно-эвакуационных мероприятий* в эпидемическом очаге по отношению к заболевшим людям;

- *использование средств индивидуальной защиты* — изолирующих дыхательных приборов и специальных изолирующих костюмов (скафандров) высокой степени биологической защиты;

- *обеззараживание (дезинфекция) территорий* и санитарная обработка работавшего в эпидемическом очаге медицинского персонала с помощью дезинфицирующих средств (ДТС ГК, хлорамина и др.).

Весь комплекс перечисленных противозидемических мероприятий должен вводиться в экстренном порядке с привлечением специальных служб Минздравсоцразвития России и военизированных подразделений ГО и РСЧС. Прекращение действия охранно-пропускного карантинного режима вокруг эпидемического очага возможно лишь после полной ликвидации возникшей эпидемии и окончания ЧС.

#### **6.4.4. Другие чрезвычайные ситуации природного характера**

Среди опасных природных явлений, достаточно часто встречающихся в мире и на территории Российской Федерации, следует отметить *атмосферные явления* (бури, ураганы, смерчи, тайфуны), приносящие значительный материальный ущерб и человеческие жертвы. По частоте своего возникновения они занимают одно из первых мест в статистике природных стихийных бедствий (около 20%) и всех видов ЧС в мире (5,2%).

*Основной отличительной чертой* всех указанных атмосферных явлений выступает аномально высокая скорость движения воздушных масс, составляющая для ураганов свыше 35 м/с и достигающая внутри смерчей даже 100 м/с. Фронт урагана, тайфуна может составлять по ширине до 500 км. Обладая вихреоб-

разной структурой воздушных потоков, тайфуны и смерчи способны перемещаться по территориям с большими скоростями, достигающими для смерчей значений 50—60 км/ч. Огромная скорость воздушных масс, которые внутри смерчей имеют еще и восходящий характер, приводит к сильным разрушениям инфраструктуры и окружающей природной среды при возникновении указанных стихийных бедствий, сопровождающихся часто обильными ливневыми и снеговыми осадками. Нередки сносы крыш домов и сооружений, разрывы воздушных линий электропередач, обрушения щитов наружной рекламы, сломанные и поваленные деревья. Для самого человека наибольшую опасность при этом представляют именно летящие фрагменты крыш и разрушенных построек, падающие деревья и оборванные провода электропередач под высоким напряжением, возможные наводнения.

Для оценки силы ветра во время бурь, тайфунов, ураганов используют 12-балльную шкалу, разработанную английским военным гидрографом, контр-адмиралом Ф. Бофортом (1774—1857) и принятую в 1963 г. Всемирной метеорологической организацией. Согласно этой шкале скорость ветра 20,8—24,4 м/с соответствует 9 баллам и классифицируется как *шторм (сильная буря)*, когда на суше начинаются разрушения в виде сорванных с крыш труб и черепицы. При увеличении скорости ветра до 24,5—28,4 м/с состояние окружающей среды оценивают как *сильный шторм (полную бурю)* с присвоением 10 баллов; сильными разрушениями легких построек и поваленными деревьями. Скорость ветра в 28,5—32,6 м/с оценивается 11 баллами и соответствует *жесточкому шторму*. Наконец, ветер со скоростью свыше 32,7 м/с классифицируется как *ураган* и оценивается в 12 баллов. Позже классическая шкала Бофорта была дополнена и в настоящее время включает ветер со скоростью 64 м/с, оцениваемый даже более 17 баллов.

*Наиболее разрушительные ураганы*, сопровождавшиеся наводнениями, произошли на Гаити (1963 г. — 5 тыс. погибших), в Гондурасе (1974 г. — 6 тыс. погибших) и Бангладеш (1985 г. — 20 тыс. погибших). Сильнейший ураган, обрушившийся в 1981 г. на Индокитай, унес в общей сложности жизни свыше 300 тыс. человек нескольких стран этого региона. Огромное количество выпавших при этом ливневых осадков привело к крупномасштабным наводнениям, которые стали одной из главных причин массовой гибели людей. Эта ЧС явилась ярким примером сочетан-



ного (комбинированного) действия различных явлений природного характера.

*К заблаговременно проводимым мероприятиям* в районах частого возникновения атмосферных стихийных бедствий относятся:

- вывод опасных производственных предприятий из зоны вероятного возникновения ЧС ;
- создание лесозащитных полос и массивов;
- укрепление кровли, наружных элементов зданий и сооружений;
- очистка захламленных балконов и лоджий жилых зданий;
- максимальное сокращение количества наружной рекламы;
- создание резервов расходуемых материалов на производстве и запасов продовольствия у населения;
- прокладка подземных кабельных линий электропередачи, связи;
- создание и поддержание в готовности систем экстренного оповещения населения об угрозе стихийных бедствий;
- обучение населения основным действиям и правилам поведения при угрозе возникновения урагана, тайфуна;
- строительство и полное обустройство убежищ и других средств коллективной защиты в местах массового проживания населения и расположения крупных предприятий.

*При возникновении ЧС*, связанных с атмосферными стихийными бедствиями, необходимы следующие экстренные меры:

- скорейшее оповещение населения, его частичная эвакуация;
- переход людей в убежища и другие укрепленные средства коллективной защиты;
- выдвижение спасательных отрядов РСЧС в район бедствия;
- отказ от проведения массовых мероприятий, занятий в школах и других учебных заведениях;
- ограничение пешего движения людей по открытой местности.

*Проведение АС и ДНР по ликвидации последствий ЧС* атмосферного природного характера включает в себя:

- спасение людей из-под завалов и обрушений, оказание им экстренной медицинской помощи;
- разбор завалов и обрушений на проезжей части дорог, расчистка их от упавших деревьев и фрагментов кровли;
- эвакуация людей, оставшихся без крова, в места временно-го проживания, снабжение их одеждой и продуктами питания;

- восстановление разрушенных линий электропередачи, связи и систем коммунального хозяйства.

К числу биологических природных бедствий, классифицируемых как ЧС, кроме рассмотренных ранее эпидемий, относятся также эпизоотии, связанные с массовым поражением инфекционными болезнями обычно домашних животных, и эпифитотии, при которых наблюдаются массовые инфекционные заболевания, как правило, культурных растений.

*Опасность для человека* массовых заболеваний животных заключается в основном в том, что возникшие среди них смертельные вирусные заболевания, быстро мутируя, легко могут распространиться и среди большого числа людей на огромных территориях, вызвав широкомасштабную эпидемию или пандемию. Именно это и произошло с уже упоминавшимся вирусом *атипичной пневмонии (SARS)*, впервые обнаруженном среди свиней на ферме в Гонконге. Так же произошли первые заражения людей «*куриным гриппом*» на птицефермах в Китае. Известны и другие смертельно опасные для человека инфекционные заболевания животных, такие как например *сибирская язва*.

Огромную потенциальную опасность представляют собой возникающие эпизоотии *губчатого энцефалита* («*коровьего бешенства*»), *ящура, сапа, бруцеллеза* и др. Как и при эпидемиях, при таких ЧС биологического природного характера необходимо введение строгих карантинных мер вокруг очага инфицирования, дезинфекция людей, обеззараживание территорий и техники. К сожалению, единственно эффективным путем ликвидации таких очагов заражения во всем мире признается полное уничтожение животных и птиц на фермах и фабриках, где обнаружены случаи их инфекционных заболеваний. Так было в США и странах Западной Европы во время вспышек губчатого энцефалита, так происходит в Китае и других странах восточноазиатского региона для подавления очагов возникновения «*куриного гриппа*».

Распространенными вирусными заболеваниями культурных растений являются, например, *стеблевая ржавчина* пшеницы и ржи, *фитофтороз* картофеля и томатов, *табачная мозаика* и др. Для человека указанные вирусные заболевания растений не представляют прямой опасности, однако урожай сельскохозяйственных культур в очагах заражения все же обязательно уничтожают для предотвращения дальнейшего инфицирования обширных территорий и ограничения уже причиненного материального ущерба.

Еще одним источником биологических природных ЧС все чаще выступают *экологические катастрофы*, часто вызванные различными техногенными причинами. Типичным примером являются *проливы нефтепродуктов* из поврежденных морских танкеров, которые сели на мель, столкнулись с другими судами или просто утонули, в результате чего тонны нефти, мазута оказываются в море, образуя на его поверхности губительную для жизни пленку.

К разряду настоящих экологических бедствий относятся *лесные пожары*, особенно распространенные на территории Российской Федерации, в Западной Европе, США и Австралии. Помимо негативного влияния длительной засухи, по сути подготавливающей почву для возникновения пожаров, весьма неприглядную роль в возгорании леса играют люди, оставляющие в сухом лесу непотушенные кострища и окурки, либо намеренно поджигающие лес. В итоге только в Российской Федерации летом 2002 г. и весной 2003 г. выгорели десятки тысяч гектаров сибирской и дальневосточной тайги, лесные пожары охватили даже Подмосковье, и дымовая завеса неделями висела в самой Москве. В среднем можно считать, что Россия ежегодно невосполнимо теряет в лесных пожарах около 1% своих наиболее продуктивных лесов.

По существующей классификации к категории *крупных лесных пожаров* относят возгорания с площадью свыше 200 и до 2000 га леса, а к *катастрофическим лесным пожарам* — с площадью возгорания более 2000 га леса. Средняя продолжительность крупного лесного пожара составляет до 15 суток.

По характеру горения лесные пожары определяют как низовые, верховые и подземные. При *низовых пожарах* сгорают растительные остатки на почве и хвойный подлесок до высоты 2 м. Скорость распространения таких пожаров составляет около 0,2 км/ч, а при ветре может достигать 1 км/ч и выше.

*Верховые лесные пожары*, являясь развитием низовых пожаров, отрываются от их верхней кромки и затрагивают так называемый «полог» леса на высоте более 10—15 м. Скорость распространения верхового пожара составляет до 0,6 км/ч, а при сильном ветре достигает 5—25 км/ч. Огонь двигается скачкообразно и неравномерно.

Наконец, *подземные пожары* возникают часто на торфяниках как продолжение низовых или верховых пожаров, однако могут возникнуть и самостоятельно на торфоразработках. Несмотря на

малую скорость распространения таких пожаров, не превышающую нескольких метров в сутки, тушить их очень сложно, так как развиваются они под землей и затрагивают огромные территории, оставляя после себя выгоревшие пустоты, представляющие собой раскаленные подземные ловушки для людей и пожарной техники.

Помимо материального ущерба от выгоревшего леса, крупные лесные пожары опасны следующими факторами: большой площадью возгорания, значительной интенсивностью тепловых воздействий, падающими сгоревшими стволами деревьев, сильной задымленностью с многократным превышением ПДК оксида углерода.

*Заблаговременная подготовка к ЧС* в виде лесных пожаров должна включать в себя:

- оценку пожарной обстановки подведомственных территорий;
- формирование сил и средств для борьбы с лесными пожарами;
- создание в лесу противопожарных барьеров, минерализованных дорог подъезда пожарной техники вокруг пожароопасных участков;
- создание системы оповещения населения о лесных пожарах;
- подготовку населения к действиям при угрозе лесного пожара;
- обеспечение населения средствами индивидуальной защиты (противогазами с патронами от угарного газа ДПГ-1, ПЗУК);
- организацию постоянного пожарного наблюдения за состоянием пожароопасных лесных территорий;
- ограничение посещения населением пожароопасных лесных территорий в засушливые периоды времени.

*При возникновении лесных пожаров* необходимы следующие действия по защите населения и территорий:

- оценка фактической обстановки в районе возгорания леса и прогнозирование ее развития;
- оповещение населения о месте возникновения лесного пожара, площади возгорания и направлении движения огня;
- частичная эвакуация населения в случае необходимости (детей, стационарных больных);
- выдвижение сил и средств РСЧС в район лесного пожара;
- локализация очага возгорания путем создания противопожарных полос на пути движения огня, организации встречного отжига леса, окапывания территории пожара;

- ликвидация очага возгорания путем последовательного тушения пожара на внешних его границах, а при возможности — сброса воды и противопожарных химических реагентов непосредственно в очаг возгорания с использованием самолетов и вертолетов МЧС;

- дотушивание лесного пожара, исключаящее возникновение новых очагов возгорания.

*После полной ликвидации лесного пожара необходимы специальные контрольные меры по организации круглосуточного наблюдения за районом стихийного бедствия в течение нескольких дней для предотвращения повторных возгораний леса.*

Особенно сложны в этом смысле подземные тлеющие пожары, борьба с которыми может носить очень длительный характер, постоянно сопровождаясь опасностью провала людей и пожарной техники в выгоревшие подземные пустоты.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Что называется «землетрясением»?
2. Какими параметрами характеризуются землетрясения?
3. Какие колебания (волны) наблюдаются при землетрясениях?
4. Что входит в превентивные меры по защите от землетрясений?
5. Как организуется ликвидация последствий землетрясения?
6. Что называется «наводнением»?
7. Каковы основные причины возникновения наводнений?
8. Как классифицируют наводнения?
9. Каковы основные параметры, характеризующие наводнения?
10. Что включают мероприятия по защите от наводнений?
11. Что называется «эпидемией»?
12. Какие виды возбудителей приводят к развитию инфекции?
13. Каковы основные причины возникновения очагов эпидемий?
14. Как проникают возбудители инфекции в организм человека?
15. Что включают в себя противоэпидемические мероприятия?
16. Какой шкалой измеряется сила ветра при атмосферных ЧС?
17. Какие мероприятия проводятся до урагана и во время него?
18. Что такое «эпизоотии», и чем они опасны для человека?
19. Почему лесные пожары можно отнести к экологическим ЧС?
20. Как классифицируют лесные пожары по масштабам и виду?
21. Какие меры принимают до возникновения лесных пожаров?
22. Что включают в себя действия по локализации и ликвидации лесных пожаров?
23. Почему сложно ликвидировать подземные лесные пожары?

## 6.5. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях военного характера

Среди ЧС социального характера наиболее разрушительными по своим последствиям, безусловно, являются *войны* и крупномасштабные *военные конфликты*. Даже без применения современного ракетно-ядерного оружия число человеческих жертв в 45 вооруженных конфликтах в странах Африки и Азии только за один 2002 г. превысило 7 млн человек, что намного опережает потери от остальных ЧС техногенного и природного характера вместе взятых за этот же период времени.

Под *войной* понимается особое социальное явление и состояние государства, общества, связанные с резкой сменой международных, внутригосударственных, социальных отношений соответственно между государствами, нациями, социальными группами и переходом их к вооруженной борьбе для достижения своих политических, экономических, территориальных, религиозных и других целей.

Современные войны различают *по масштабам* их ведения: локальные (на территории одного государства), региональные (между странами в пределах одного региона) и мировые (между большим числом стран по всему миру).

*По средствам* ведения современные войны предполагают применение обычных средств вооруженной борьбы или оружия массового поражения (ОМП). Следует отметить, что *население и территории* воюющих сторон всегда несут наибольшие жертвы и терпят наибольший ущерб в ходе военных действий, причем потери эти в историческом плане имеют ярко выраженную тенденцию к возрастанию.

Среди *обычных средств вооружения*, вызывающих значительные потери населения, следует отметить ракеты и авиабомбы: объемной детонации, кассетные, зажигательные. Каждый из указанных видов оружия, имея особенности своего применения (путем создания ударной волны огромной силы, разбрасывания боевых субснарядов на большой площади, использования ожоговых и удушающих средств), преследует цель поражения максимального количества живой силы противника на наибольшей территории ее расположения. Однако при такой «стрельбе по площадям» гибнут не только войска, но и мирное население, а сами указанные средства вооружения по сути своей являются «уменьшенной копией» ОМП.

Полномасштабные виды *оружия массового поражения* разделяют на ядерное, химическое, бактериологическое. Обладая огромной поражающей силой, указанные виды вооружения отходят от принципа избирательного уничтожения военной силы противника и заменяют его принципом максимального поражения всего населения и территорий противоположной воюющей стороны.

Действие *ядерного оружия* основано на использовании реакций *ядерного деления* (в «атомных» бомбах, зарядах) или многократно более мощного *ядерного синтеза* (в «водородных» бомбах). При этом мощность ядерных вооружений, измеряемая массой так называемого «тротилового эквивалента» их взрыва, делится: на *сверхмалые заряды* — менее 1 килотонны (кт) тротила; *малые заряды* — от 1 до 10 кт; *средние* — до 100 кт; *крупные* — до 1 мегатонны (Мт), *сверхкрупные* — свыше 1 Мт. Максимальная мощность «водородной» бомбы, взорванной СССР при воздушных ядерных испытаниях в начале 1960-х гг., составила 50 Мт. В 1963 г. был подписан Договор о запрещении ядерных испытаний в воздухе, под водой и в космосе.

Основными *поражающими факторами при ядерном взрыве* являются: световое излучение с импульсным нагревом, ударная волна, проникающая радиация, электромагнитный импульс, радиоактивное загрязнение местности. Кроме жертв и разрушений, нанесенных первыми четырьмя видами воздействий *импульсного характера*, значительную опасность при ядерных взрывах составляет сильное радиоактивное загрязнение территорий, которое условно делят на несколько зон (от *зоны А умеренного загрязнения* на границах радиоактивного следа взрыва — до *зоны Г чрезвычайно опасного загрязнения* в районе эпицентра взрыва). Замечено, что снижение уровней радиационного воздействия после ядерного взрыва происходит с большей скоростью, чем после выброса радиационно опасных веществ на АЭС, и примерно подчиняется следующей эмпирической зависимости: при каждом семикратном увеличении времени, прошедшего после момента взрыва, уровни радиации в зонах радиоактивного загрязнения уменьшаются от их начального уровня в 10 раз.

Действие *химического оружия*, как разновидности ОМП, основано на применении боевых химически опасных веществ (БХОВ), токсинов, фитотоксикантов. К особенностям указанных видов оружия относятся: огромная поражающая способность при очень малых концентрациях; большая длительность дей-

ствия отравляющих свойств на человека; генетические последствия даже при малой степени отравления; сохранение производственной инфраструктуры отравленных территорий. Разнообразием химического оружия являются так называемые «бинарные отравляющие вещества», компоненты которых безопасны в разделенном виде, но образуют высокотоксичные БХОВ при их смешивании друг с другом.

Действие *бактериологического (биологического) оружия*, как вида ОМП, основано на болезнетворных свойствах микроорганизмов, вызывающих массовые поражения людей, животных, растений. К особенностям этого вида оружия относят: наличие инкубационного периода развития заболеваний, огромную поражающую способность, сильнейшее психологическое воздействие на человека, сохранение производственной инфраструктуры зараженных территорий. Биологическое оружие может служить источником распространения следующих заболеваний: натуральной оспы, энцефалита, геморрагической лихорадки, сибирской язвы, чумы, туляремии, сыпного тифа и др.

Следует отметить, что сама потенциальная возможность применения любых видов ОМП является глубоко *антигуманной* и вызывает безусловное осуждение со стороны мирового сообщества. Под давлением общественности заключены международные договоры и конвенции, запрещающие использование ОМП, однако запасы этих видов оружия все еще находятся на территориях некоторых стран, включая и Российскую Федерацию. При этом оказывается, что уничтожение химического оружия обходится намного дороже, чем его прежнее производство, и несмотря на международные договоренности идет крайне медленно, требуя строительства новых утилизирующих предприятий и огромного финансирования.

Однако параллельно с процессом разоружения военные ведомства постоянно иницируют создание все новых видов ОМП, к числу которых относятся проектные разработки лазерного, микроволнового, радиочастотного, пучкового, инфразвукового, радиологического, атмосферного, гидросферного, литосферного и других весьма экзотических видов оружия.

Нормативной базой для подготовки и защиты населения и территорий Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, служит Федеральный закон «О гражданской обороне».

Руководство ГО в Российской Федерации осуществляет Правительство Российской Федерации.



Государственную политику в области ГО осуществляет федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Президентом Российской Федерации на решение задач в области ГО. В настоящее время это МЧС России.

*Силы ГО* включают воинские формирования, специально предназначенные для решения задач в области ГО, организационно объединенные в войска ГО, а также аварийно-спасательные формирования и спасательные службы. На вооружении войск ГО находятся специальная техника, а также боевое ручное стрелковое и холодное оружие. *Средства ГО* содержат: приборы и системы радиационной, химической и бактериологической разведки; транспортные средства перемещения лабораторий экспресс-анализа взятых проб; средства локализации и ликвидации загрязнения территорий при действии ОМП; средства пожаротушения; транспортные средства эвакуации населения; робототехнические средства биозащиты.

Аварийно-спасательные службы и аварийные формирования привлекаются для решения задач в области ГО в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Деятельность войск ГО осуществляется с момента объявления состояния войны, фактического начала военных действий или введения Президентом Российской Федерации военного положения на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях, а также в мирное время при стихийных бедствиях, эпидемиях, эпизоотиях, крупных авариях, катастрофах, ставящих под угрозу здоровье населения и требующих проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В соответствии с указанным Законом подготовка государства к ведению ГО осуществляется 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.

Мероприятия ГО проводятся органами РСЧС параллельно с защитой населения и территорий от техногенных и природных ЧС по всей стране с учетом особенностей каждого федерального округа, региона, района, города и объекта. Объем и сроки этих мероприятий подразделяют на следующие степени готовности по мере нарастания напряженности и вероятности развязывания войны: повседневную готовность, первоочередные мероприятия 1-й группы, первоочередные мероприятия 2-й группы, общую степень готовности.

Условия *повседневной готовности* предполагают: проведение органами управления ГОЧС заблаговременной подготовки сил и средств ГО к действиям в условиях ЧС военного характера и проведению АС и ДНР; разработке «Плана ГО», определяющего перевод подразделений ГО с мирного на военное положение, мероприятия по защите населения и территорий, порядок работы объектов оборонного значения и общественного хозяйства в военное время.

Помимо формирования, подготовки и поддержания постоянной готовности сил и средств ГО, на стадии *повседневной деятельности* заблаговременно проводятся:

- строительство и обустройство средств коллективной защиты (СКЗ) населения и работников производственных объектов;
- обеспечение всех работников производственных объектов средствами индивидуальной защиты (СИЗ) от радиационного, химического и бактериологического поражения;
- теоретическая и практическая подготовка населения к действиям в условиях ЧС военного характера;
- формирование резервов материальных ресурсов, оперативных запасов продовольствия, средств жизнеобеспечения населения.

*Первоочередные мероприятия (ПМ) 1-й группы готовности ГО* начинают проводиться при возникновении угрозы военных действий и включают в себя:

- сбор руководящего состава ГО и его ознакомление со сложившейся угрожающей обстановкой;
- уточнение скоординированных действий всех подразделений ГО в случае дальнейшего ухудшения предвосной обстановки;
- приведение в полную готовность СКЗ населения и защитных сооружений производственных объектов;
- перевод на специальный график работы производственных объектов непрерывного цикла и оборонного значения;
- снижение до минимума запасов АХОВ и ВВ на опасных производственных объектах;
- подготовка светомаскировочных мероприятий на объектах;
- усиление режима охраны объектов и общественного порядка.

*ПМ 2-й группы готовности ГО* проводятся в период нарастания международной напряженности и угрозы начала военных действий, предусматривая:

- перевод руководящего состава подразделений ГО всех уровней на круглосуточный режим дежурства;

- приведение в полную готовность к действию систем оперативного управления, оповещения, связи, а также запасных пунктов управления и связи;

- проверку готовности к действию формирований ГО в пунктах постоянного размещения, а также всех СКЗ, защитных сооружений;

- проверку обеспечения работников производственных объектов СИЗ, выдачу приборов дозиметрического и химического контроля;

- подготовку к развертыванию больничных стационаров и баз приема пострадавших в загородных зонах;

- перевод постов радиационного и химического контроля на круглосуточный режим работы;

- проведение противоэпидемической иммунизации населения.

Введение *общей степени готовности* при непосредственной угрозе начала военных действий предусматривает:

- активизацию органами управления ГОЧС «Плана ГО» в полном объеме в режиме военного времени;

- обеспечение формированиями ГО повышенной готовности к приему и размещению эвакуированного населения в загородных зонах, а также проведению работ в очагах поражения;

- приведение в полную готовность в течение не более 12 часов всех защитных укрытий и СКЗ;

- обеспечение населения в течение суток СИЗ, а также укрытиями в защитных сооружениях;

- уточнение маршрутов эвакуации населения, пунктов посадки и высадки людей, приведение в полную готовность эвакуационных транспортных средств;

- выполнение мероприятий по повышению устойчивости работы производственных объектов в военное время, их светомаскировке, защите запасов продовольствия и источников водоснабжения.

*При нападении противника и начале военных действий* в ограниченный период времени, предшествующий ракетно-бомбовому удару противника, проводится централизованное оповещение населения и работников производственных объектов по всем средствам связи и информации о немедленном укрытии в СКЗ и защитных сооружениях, использовании СИЗ, укрытии техники и транспортных средств.

*После нанесения противником ракетно-бомбового удара* проводятся следующие первоочередные действия:

- организуется разведка оперативной обстановки, сбор, обобщение и оценка данных о видах и районах поражения, характере разрушений и количестве жертв, состоянии СКЗ и защитных сооружений, наличии пожаров, возможности выдвижения сил и средств ГО для проведения АС и ДНР;

- при радиационном и химическом поражении местности население остается в СКЗ и защитных сооружениях, использует СИЗ;

- организуется санитарная обработка людей, дезактивация и дегазация техники;

- начинается проведение силами ГОЧС комплекса АС и ДНР.

*Ликвидация последствий применения ОМП* и других средств поражения предполагает проведение следующих основных действий:

- сведение степени воздействия наиболее опасного поражающего фактора в очагах комбинированного поражения к минимальному уровню, уменьшение последствий других поражающих факторов;

- проведение АС и ДНР в условиях радиационного, химического и бактериологического заражения с использованием СИЗ;

- эвакуация из очага поражения и санитарная обработка пораженных людей, их дезактивация, дегазация, дезинфекция в зависимости от видов действующих поражающих факторов;

- принятие изоляционно-ограничительных мер и экстренной профилактики личного состава формирований ГО, участвующих в работах в очаге поражения, и эвакуированного из него населения путем применения антидотов, радиозащитных йодных препаратов, противобактериальных и других необходимых средств.

Проведение всех работ по ликвидации ЧС военного характера полностью соответствует особенностям аварийного воздействия поражающих факторов в мирное время, уже рассмотренного в предыдущих параграфах, с теми лишь отличиями, что при ведении военных действий, во-первых, дополнительно накладывается значительная неопределенность состава и степени опасности этих факторов, а во-вторых, весьма велика вероятность их комбинированного действия, что многократно усложняет работу используемых формирований ГОЧС и выделяемых им в помощь специализированных бригад профильных министерств (например, Минздравсоцразвития России и др.).

### ② **Контрольные вопросы**

1. Как определяется понятие «война»?

2. Как классифицируются войны по масштабам ведения боевых действий и видам применяемого оружия?

3. Какие виды обычных вооружений представляют наибольшую угрозу для населения и территорий?
4. Какие виды оружия массового поражения наиболее вероятны для применения при начале крупномасштабной войны?
5. Какие поражающие факторы действуют при использовании ядерного оружия?
6. Каковы особенности снижения уровня радиации в очаге поражения после ядерного взрыва?
7. Что служит нормативной базой для защиты населения и территорий при ЧС военного характера?
8. Какие степени готовности ГОЧС предусмотрены по мере нарастания напряженности и вероятности начала войны?
9. Какие работы предусмотрены для формирований ГО на стадии повседневной деятельности?
10. Что включают в себя первоочередные мероприятия 1-й и 2-й группы готовности ГО?
11. Когда вводится и выполнение каких действий предусматривает общая степень готовности ГО?
12. Какие действия выполняются в первую очередь сразу после применения ОМП и в процессе ликвидации последствий ЧС военного характера?

## 6.6. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, обусловленных террористическими актами

*Терроризм* (от лат. terror — страх, ужас) представляет собой политику и тактику устрашения, подавления личности, общества, государства, международного сообщества с помощью насильственных мер для достижения политических, религиозных, криминальных и других целей.

По своей сути, ЧС, возникшие в результате террористических актов, изначально относятся к категории *социальных* явлений, однако последствия этих ЧС, как правило, не ограничиваются преступлениями непосредственно против личности и общества (захват заложников, убийства, взрывы), а распространяются также на техносферу и связаны с разрушениями инфраструктуры промышленного производства, систем связи и энергоснабжения, объектов топливно-энергетического комплекса, транспорта, социально-культурных сооружений и т.д. Тем самым реализуется

задача максимального внедрения хаоса в жизнь общества и государства, привлечение максимального внимания к самим террористам и тем целям, которые они преследуют.

Однако уже давно известно, что насилием невозможно добиться у жертв благорасположения, а у общества — одобрения. Более того, попытка навязать обществу и государству с помощью терроризма какие-либо политические или религиозные идеи и принципы вызывают яростное отторжение последних, т.е. реакция людей на террор всегда прямо противоположна начальным целям террористов.

Среди существующих в мире примерно 500 террористических организаций особо выделяются: международная организация исламских фундаменталистов «Аль-Кайеда», египетские «Аль Джихад» и Ассоциация братьев-мусульман, Движение освобождения Палестины «Хезболла», итальянские «Красные бригады», южно-азиатские «Тигры освобождения Тамил Илама». Крупнейшим терактом стало нападение «Аль-Кайеды» 11 сентября 2001 г. на США, когда погибло более 4000 человек. В целом за 10 лет в мире совершено около 6500 актов террора, в которых пострадали свыше 16 тыс. человек.

На территории Российской Федерации международный терроризм в последнее десятилетие особо распространился в Чеченской республике и ряде других районов Южного федерального округа. Результатом стали десятки крупных террористических актов, в том числе связанных с массовым захватом заложников в Москве и Беслане, взрывами жилых домов в Москве и Волгодонске. При этом весьма характерно для терроризма то обстоятельство, что объектами продуманных и тщательно подготовленных террористических актов устрашения становятся совершенно незащищенные гражданские объекты: больницы, стадионы, школы, культурные центры, жилые дома, подземные переходы, поезда метрополитена, пригородные электрички, рейсовые самолеты. Очевидной причиной подобного выбора является легкость осуществления преступных замыслов в отношении таких объектов, отсутствие в них серьезного сопротивления террористам, большое количество жертв среди населения.

*Отличительными чертами современного терроризма являются: международный состав террористических групп, их четкая организованность, мощное финансирование, высокая техническая оснащенность, предельная жестокость по отношению к своим жертвам.*

Терроризм по сферам его применения классифицируют на следующие виды: *политический, религиозный, националистический, криминальный* и др.

В зависимости от масштабов проявления различают *внутренний (внутригосударственный)* и *международный* терроризм.

По используемым средствам выделяют терроризм следующих основных видов:

- *обычный терроризм* (с использованием боевого оружия и взрывчатых веществ);

- *ядерный, химический и биологический терроризм* (с использованием ядерных, химических и биологических средств поражения);

- *финансово-экономический терроризм* (массовое распространение фальшивых денежных купюр, похищение государственных финансовых средств через «офшоры», «отмывание» преступно нажитых капиталов через подставные фирмы);

- *компьютерный терроризм* (использование компьютерных «вирусов», дистанционный «взлом» программных средств банковской защиты, нарушение работы компьютерных сетей).

Среди перечисленных видов терроризма к наибольшему числу жертв среди населения приводит так называемый «обычный» терроризм с использованием мощных взрывчатых веществ. Однако уже зарегистрированы и пресечены попытки применения террористами химических отравляющих веществ в США (рицин, распространяемый в почтовых письмах) и в Российской Федерации (высокотоксичные цианидсодержащие соединения). Огромен экономический ущерб, наносимый терроризмом международному сообществу.

*Правовой основой* для противодействия терроризму служит целый ряд законодательных актов: федеральные законы от 25 июня 1998 г. № 130-ФЗ «О борьбе с терроризмом», от 7 августа 2001 г. № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансировании терроризма», а также постановления Правительства Российской Федерации от 15 сентября 1999 г. № 1040 «О мерах по противодействию терроризму», от 6 ноября 1998 г. № 1302 «О Федеральной антитеррористической комиссии» от 10 декабря 2002 г. № 880 «Об утверждении Положения о Федеральной антитеррористической комиссии» и др.

*Непосредственная борьба с терроризмом* проводится силами и средствами следующих министерств и служб Российской Фе-

дерации: Федеральной службы безопасности Российской Федерации (ФСБ России); Федеральной службы охраны Российской Федерации (ФСО России); Службы внешней разведки Российской Федерации (СВР России); Минобороны России; МЧС России; МВД России; Минздравсоцразвития России.

Залогом успешной борьбы с терроризмом является агентурная работа спецслужб, направленная на выявление и предотвращение готовящихся террористических актов, а также поддержка и помощь населения, обеспечивающая постоянный и всесторонний контроль за состоянием окружающей среды, подозрительными действиями лиц, обнаружением бесхозных подозрительных предметов и сообщением о них силам поддержания правопорядка.

*При получении оперативных данных о готовящемся теракте осуществляются следующие основные мероприятия:*

- приводятся в действие силы по борьбе с терроризмом;
- проводится экстренная эвакуация людей из предполагаемого района совершения теракта;
- выставляется оцепление предполагаемого района совершения теракта, проводится его визуальное и кинологическое обследование;
- обнаруженные подозрительные объекты уничтожаются.

*При совершении теракта взрывного характера* в зависимости от масштабов причиненных разрушений и количества человеческих жертв приводятся в действие необходимые силы ФСБ России и ГОЧС, выставляется оцепление района теракта силами МВД России, обеспечивается эвакуация пострадавших силами «Скорой помощи» и их размещение в стационарных лечебных организациях Минздравсоцразвития России, проводятся необходимые АС и ДНР в очаге наибольших разрушений силами МЧС России, силами ФСБ России выявляются пособники террористов и обстоятельства совершения теракта.

В целом действия по ликвидации последствий ЧС, обусловленных террористическими актами, в основном совпадают с ликвидацией последствий других видов ЧС, уже рассмотренных выше. Велика роль оказания своевременной медицинской помощи пострадавшим в терактах людям для всемерного сокращения общего числа жертв.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Что называется терроризмом?
2. Каковы отличительные черты современного терроризма?



3. Как классифицируются виды терроризма?
4. Что является правовой основой в борьбе с терроризмом?
5. Каковы основные силы и средства для борьбы с терроризмом?
6. Что является залогом успешной борьбы с терроризмом?
7. Какие мероприятия осуществляются при получении оперативных данных о предполагаемом совершении теракта?
8. Что и какими силами предпринимается при совершении теракта?

### **6.7. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций**

Рассмотрение всего спектра ЧС, проведенное в данном разделе книги, позволяет выделить некоторые присущие им общие особенности, к числу которых относятся:

- принципиальная невозможность полного исключения возникновения ЧС;
- непредсказуемость точного времени и места появления ЧС, а также их конкретного вида;
- необходимость достаточного финансирования профилактических работ и обязательность замены устаревших или выработавших гарантийный срок видов оборудования, электропроводки, защитных устройств до возникновения техногенных ЧС;
- необходимость подготовки населения и территорий опасных районов к возникновению наиболее вероятных и тяжелых ЧС;
- обязательность практического обучения людей действиям и навыкам использования СИЗ при угрозе и возникновении ЧС;
- необходимость поддержания в готовности всех элементов системы связи и управления ГОЧС, а также периодического проведения учений по отработке совместных действий всех звеньев МЧС России;
- максимальная информированность людей об угрозе возникновения ЧС, этапах и параметрах ее развития;
- предельная скорость выдвигания сил и средств ГОЧС для спасения людей, пострадавших при возникновении ЧС, а также оказания им экстренной медицинской помощи и эвакуации;
- концентрация всех необходимых сил и средств ГОЧС для круглосуточного проведения АС и ДНР по ликвидации последствий ЧС.

Перечисленные принципы организации мер предупреждения и ликвидации ЧС, включая в себя и базовые принципы функциони-

рования РСЧС, позволяют выделить аспект *заблаговременных, превентивных действий* всех эксплуатационных служб как основной в их повседневной работе, позволяющий с наименьшими затратами минимизировать ущерб от возникновения любых ЧС.

Конкретное исполнение всех необходимых действий по обеспечению высокой эффективности системы защитных мероприятий в условиях угрозы и возникновения ЧС возлагается на руководителей предприятий и объектов служб ГОЧС, глав местных администраций и муниципальных образований, руководителей субъектов Российской Федерации, руководителей министерств, агентств и служб во главе с Председателем Правительства Российской Федерации.

По самой своей сути вся система мер по предупреждению ЧС и защите от них населения и территорий включает в себя несколько основных блоков действий, к числу которых относятся:

- формирование структуры и детализированного алгоритма действия системы предупреждения и ликвидации последствий ЧС;
- профилактика и предупреждение максимального числа причин возникновения наиболее вероятных ЧС;
- *заблаговременная* подготовка и поддержание готовности системы защитных мер от возникновения наиболее вероятных ЧС;
- обучение населения, служебного персонала объектов основным действиям при угрозе и возникновении наиболее вероятных ЧС;
- отработка действий аварийных бригад объектов, спасательных команд и военизированных подразделений ГОЧС по ликвидации последствий возможных ЧС на конкретных объектах инфраструктуры.

Каждый из указанных программных блоков действий в свою очередь содержит в себе целый комплекс необходимых мероприятий, которые должны быть заранее сформированы, детализированы, доведены до автоматизма исполнения и поддерживаться в остоянии постоянной готовности к реализации при наступлении ЧС. Основной упор во всех перечисленных блоках действий должен быть сделан на *заблаговременном, предупредительном характере* всех мер по защите населения и территорий от ЧС.

Последнее обстоятельство оказывается очень важным, поскольку, лишь отойдя от стратегии «латания дыр» уже возникших ЧС и перейдя к стратегии их всемерного *профилактического предупреждения* при поддержании постоянной высокой готовности защитных мер, можно реально повысить уровень безопасности населения и территорий в Российской Федерации.

Наглядной иллюстрацией вышесказанного явилась крупномасштабная техногенная ЧС, произошедшая в Москве 24—26 мая 2005 г.

Авария началась вечером 24 мая на электроподстанции № 510 «Чагино» в Юго-Восточном округе Москвы с возгорания одного из масляных трансформаторов выпуска 1963 г. Попытки персонала станции потушить пожар своими силами привели к взрыву трансформатора и превышению токовой нагрузки в сети, которую не смогли автоматически отключить старые аварийные переключатели. Одной из первых жертв аварии стало старое оборудование Московского нефтеперегонного завода в Капотне, выход которого из строя привел к возникновению 100-метрового факела выбросов газовых фракций и экологическому загрязнению прилегающих районов, был значительно превышен уровень нормативного содержания серосодержащих углеводородов и оксида азота.

Основной удар техногенной электрокатастрофы пришелся на утро 25 мая 2005 г., когда резко возросший уровень энергопотребления вывел из строя 1-ю, 7-ю, 9-ю, 11-ю и 17-ю ТЭЦ, что привело к отключению 15 центров электропитания Южного, Юго-Восточного, Юго-Западного, частично Западного и Центрального округов г. Москвы. Были обесточены пять линий Московского метрополитена в южной части города, в результате чего на подземных перегонах встали 43 состава с более чем 20 тыс. пассажиров, которых пришлось пешком эвакуировать до ближайших станций метро и выводить на поверхность. В лифтах домов и предприятий оказались заперты свыше 1,5 тыс. человек. Остановился наземный электрический транспорт, перестали работать уличные светофоры. Прекратилась подача электроэнергии в 15 городских больницах и роддомах, которые были оперативно переведены на резервное электропитание. Были обесточены холодильные установки продовольственных магазинов, где в условиях 30-градусной жары начали портиться продукты. Прекращение электропитания привело к прорыву канализации на двух станциях аэрации и массовому сбросу нечистот в Москву-реку. В дополнение к обесточенной городской телефонной сети, оказалась перегруженной и прекратила свою работу сотовая телефонная связь.

Авария стремительно распространилась на Московскую, Тульскую, Калужскую, Рязанскую, частично Орловскую и Курскую области Российской Федерации. Были обесточены 24 обла-

стных города. Произошли выбросы оксида азота и щавелевой кислоты на областных химических предприятиях. Встали электропоезда Курского и Павелецкого направлений. Произошел массовый падеж птицы на внезапно лишенных электровентиляции областных птицефабриках.

В восстановительных работах и ликвидации последствий ЧС приняли участие свыше 13 тыс. ремонтников РАО ЕЭС и сотрудников ГОЧС, усилиями которых в результате круглосуточной работы подача электроэнергии в московский мегаполис была полностью восстановлена к середине дня 26 мая 2005 г.

В целом произошедшая техногенная ЧС в электроэнергетике имела характер каскадной многоступенчатой аварии, затронувшей тысячи предприятий и несколько миллионов человек на значительной территории страны. Основная причина этой масштабной техногенной катастрофы, видимо, кроется в недостаточном внимании управляющей энергокомпании РАО ЕЭС к заблаговременной профилактической замене давно выработавшего свой гарантийный срок электрооборудования. Очевидно, что не вкладывая своевременно средства в обновление технопарка энергосетей и создание резервных линий энергоснабжения, нельзя быть уверенными в отсутствии ЧС.

Также очевидно и то, что суммарный (прямой и косвенный) экономический ущерб от аварии, исчисляемый миллиардами рублей, многократно превышает возможные расходы на профилактику и предупреждение ЧС, которые не были заблаговременно реально осуществлены руководством РАО ЕЭС в плановом повседневном режиме работы по каким-то субъективным причинам.

В целом совершенно понятно, что до тех пор, пока в Российской Федерации не будет кардинально пересмотрена общая стратегия соотношения расходов на предупреждение и ликвидацию ЧС в пользу *превентивных затрат на профилактическое обновление* технических систем, страна будет и дальше продолжать нести непомерный груз затрат на ликвидацию последствий техногенных катастроф.

Рассматривая различные аспекты предупреждения ЧС, необходимо затронуть еще один вопрос, связанный с существующей в РСЧС *градацией состояний готовности* к возникновению ЧС. Принятая сейчас трехуровневая система режимов функционирования РСЧС (без учета ЧС — всего два режима) включает:

- *режим повседневной деятельности*, характерный для функционирования системы защитных мер при полном отсутствии

угроз возникновения ЧС и нормальном состоянии техногенной и природной сферы жизнедеятельности;

- *режим повышенной готовности*, характерный для получения информации о возможности возникновения ЧС и приведения системы защитных мер в состояние полной готовности к применению;

- *режим ЧС*, характерный для реального применения системы защитных мер при возникновении и ликвидации последствий ЧС.

Практика показывает, что наличия лишь одного уровня повышенной опасности и, соответственно, готовности системы защитных мер в настоящее время недостаточно, поскольку степень угроз ЧС в техногенной, природной и социальной сферах жизнедеятельности должна адекватно отражаться в состояниях РСЧС, а возможностей для этого просто не предусмотрено.

В связи с появлением целого ряда сравнительно новых видов угроз, в том числе террористического характера, нахождение общества и РСЧС в состояниях либо повседневной деятельности (т.е. полной успокоенности), либо повышенной готовности (т.е. полной мобилизации) без всяких промежуточных состояний уже не обеспечивает в достаточной мере безопасность жизнедеятельности человека.

В качестве модернизированной современной системы степеней готовности РСЧС к отражению угроз возникновения ЧС целесообразно использовать четырехуровневую цветовую систему градаций уровней опасности, принятую в США после событий 11 сентября 2001 г., аналогичную существующим у нас уровням готовности сил и средств ГО:

- *«зеленый» уровень*, соответствующий режиму повседневной деятельности населения и предприятий (повседневная готовность сил и средств ГО);

- *«желтый» уровень*, соответствующий состоянию каждодневной опасности и настороженности, не выходящей за рамки обычного поведения населения, обычной работы предприятий и предполагающей повседневные высокие меры защиты и безопасности (первоочередные мероприятия 1-й группы готовности ГО);

- *«оранжевый» уровень*, соответствующий состоянию повышенной опасности, связанной с усилением угроз и возможности возникновения ЧС, требующих активизации дополнительных мер защиты и безопасности (первоочередные мероприятия 2-й группы готовности ГО);

- «красный» уровень, соответствующий очень высокой степени угрозы, связанной с реальной опасностью возникновения ЧС и необходимостью активизации чрезвычайных мер защиты и безопасности (общая степень готовности ГО).

При наличии подобной дифференцированной системы градации уровней опасностей само возникновение ЧС оказывается намного более ожидаемым для населения событием, а его негативные последствия связаны с меньшим числом жертв и ущербом.

Наличие дополнительных «желтого» и «оранжевого» уровней опасности делает систему защитных мер и поведение населения более адекватными реально возрастающей степени угроз и готовыми к соответствующему отклику на них, позволяя реализовать тем самым обществу и государству стратегию «предупреждения причин ЧС».

Для сравнения: действующая до сих пор в Российской Федерации система защитных мер противодействия ЧС основана на использовании лишь традиционных «зеленого» и «красного» уровней функционирования РСЧС и по сути своей реализует общепринятую у нас стратегию «ликвидации последствий ЧС», что и продемонстрировала энергетическая катастрофа, случившаяся в Москве и прилегающих к ней областях в мае 2005 г.

Сравнивая указанные две стратегии организации систем противодействия ЧС, следует подчеркнуть, что в США за годы, прошедшие с момента терактов 2001 г., защитные меры безопасности практически ни разу не достигали безмятежного «зеленого» уровня полного отсутствия угроз, постоянно находясь на «желтом» или «оранжевом» уровнях готовности. Но в стране не было больше и крупномасштабных терактов, что свидетельствует о действенности принятых мер безопасности по защите населения и территорий. Даже при возникновении угрозы стихийных бедствий (ураганов) население успевало заблаговременно подготовиться к ним и эвакуироваться, сводя тем самым негативные последствия возникновения ЧС к минимальному уровню.

К числу мероприятий, осуществляемых силами и средствами ГОЧС при ликвидации последствий практически любых ЧС, относятся следующие основные действия, лежащие в основе АС и ДНР:

- разведка очага поражения, дающая информацию о характере и масштабах ЧС;
- локализация очага поражения, спасение людей из горящих зданий и сооружений;

- вскрытие заваленных защитных сооружений, розыск и извлечение людей из-под завалов;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи, их эвакуация из зоны поражения;
- санитарная обработка людей, обеззараживание техники и территорий в зоне поражения;
- расчистка в завалах путей движения транспорта и строительной техники, обустройство таких путей на зараженных территориях;
- укрепление или обрушение строительных конструкций, препятствующих безопасному проведению аварийно-спасательных работ;
- локализация аварий коммунальных и энергетических систем, их восстановление и подключение.

В целом ликвидация последствий ЧС считается завершенной по окончании всех аварийно-спасательных и других неотложных работ, в ходе которых спасены все пострадавшие люди, найдены жертвы ЧС и восстановлена работоспособность основных коммуникаций.

В дальнейшем производят окончательную расчистку завалов и вывоз разрушенных фрагментов строительных конструкций, намечают общий план необходимых строительно-восстановительных работ и осуществляют его реализацию в заданные сроки с привлечением к этим работам специализированных проектных и строительно-монтажных организаций.

### ② *Контрольные вопросы*

1. В чем заключаются основные принципы противодействия ЧС?
2. Какие основные блоки действий характерны для защиты от ЧС?
3. Почему предупреждение ЧС является наиболее эффективной стратегией защиты населения и территорий?
4. Как можно снизить суммарные затраты на противодействие ЧС?
5. Почему существующая в РСЧС система уровней предупреждения о возникновении ЧС в настоящее время уже недостаточна?
6. Как построена четырехуровневая система градаций степени опасности возникновения ЧС?
7. В чем заключаются особенности двух альтернативных стратегий организации систем противодействия ЧС?
8. Каковы основные действия ГОЧС, лежащие в основе АС и ДНР, при ликвидации последствий ЧС?

### УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### 7.1. Правовые и нормативно-технические основы управления безопасностью жизнедеятельности

Как и любая другая сфера деятельности человека, обеспечение безопасности жизнедеятельности должно иметь правовую основу. В качестве такой правовой основы в нашей стране прежде всего выступает Конституция Российской Федерации (далее — Конституция), как ее основной Закон, принятый 12 декабря 1993 г.

В частности, ст. 42 Конституции четко определяет право каждого человека на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещении ущерба, причиненного его здоровью или имуществу. Вся важность данной законодательной нормы заключается именно в постулировании основным Законом страны естественного права каждого человека на комфортные условия своей среды обитания. Это право является не эксклюзивным правом для избранных, а естественным правом для каждого.

С другой стороны, в этой же статье Конституции прямо указывается на право человека иметь достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Поэтому периодически возникающие законодательные инициативы некоторых депутатов Государственной Думы о запрете на негативную информацию в печати и на телевидении о происходящих в стране террористических актах и экологических бедствиях явно противоречат Конституции. Достоверная информация об окружающей среде дает каждому из нас адекватное, неискаженное представление о мире, в котором мы живем.



Еще одна законодательная норма закреплена в ч. 1 ст. 9 Конституции, где указывается, что земля и другие природные ресурсы в Российской Федерации используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории. Это положение способствует созданию благоприятной окружающей среды.

Конституция определяет, что экологическая деятельность в сфере взаимодействия человека и природы включает в себя:

- обеспечение экологической безопасности;
- охрану окружающей среды;
- природопользование.

На основе Конституции и в соответствии с ней разработан и принят целый ряд федеральных законов в области обеспечения безопасности жизнедеятельности человека, обязательных к исполнению на всей территории Российской Федерации, в рамках всех субъектов Российской Федерации. Более того, согласно ст. 76 Конституции, законодательные нормы и иные правовые акты, принимаемые отдельными субъектами Российской Федерации, не должны противоречить Конституции.

К числу наиболее важных законов, касающихся сферы безопасности жизнедеятельности человека, относятся следующие:

- Закон Российской Федерации от 5 марта 1992 г. № 2446-1 «О безопасности»;
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
- Федеральный закон от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации»;
- Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»;
- Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;
- Федеральный закон от 20 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»;
- Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;

- Федеральный закон от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации»;
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ;
- Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Нормативно-техническая документация, разрабатываемая на основе федеральных законов, включает в себя:

- государственные стандарты (ГОСТы);
- санитарные правила и нормы (СанПиНы);
- гигиенические нормы (ГН);
- строительные нормы и правила (СНиПы).

### ② **Контрольные вопросы**

1. Почему правовая система обеспечения безопасности жизнедеятельности человека базируется на Конституции Российской Федерации?

2. Какую роль играет достоверная информация об окружающей среде в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека?

3. Что включает в себя экологическая деятельность в сфере взаимодействия человека и природы?

4. Как обеспечивается непротиворечивость правовых норм субъектов Российской Федерации и Конституции Российской Федерации?

5. Какие основные законы приняты в Российской Федерации в области обеспечения безопасности жизнедеятельности?

6. Какие основные виды нормативно-технической документации используются в Российской Федерации?

## **7.2. Системы контроля требований безопасности и экологичности**

Одним из важнейших правовых актов федерального уровня, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности человека с точки зрения сбалансированного, допустимого влияния антропогенной деятельности на окружающую природную среду, явился упомянутый выше Федеральный закон «Об охране окружающей среды», принятый в начале 2002 г. вместо утратившего юридическую силу Закона РСФСР от 19 де-

кабря 1991 г. № 2060-1 «Об охране окружающей природной среды».

Действующий Федеральный закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Тем самым данным законом регулируется взаимодействие общества и природы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в пределах территории Российской Федерации и на прилегающем к ней континентальном шельфе. Важной особенностью действующего закона является то, что существенно расширена сфера действия данного правового акта, который теперь распространяется на окружающую среду, включающую в том числе и природную среду.

Управление охраной окружающей средой в Российской Федерации осуществляется на федеральном, региональном, территориальном и местном уровнях в соответствии с Конституцией, федеральными законами, указами Президента Российской Федерации и нормативно-технической документацией.

В самом процессе управления выделяют следующие основные стадии:

- сбор достоверной информации о действительном состоянии окружающей среды и количественных значениях ее параметров;
- всесторонний комплексный анализ полученной информации об окружающей среде и динамике изменения ее параметров;
- количественная и качественная оценка текущего состояния окружающей среды во всех ее сферах;
- прогнозирование дальнейших изменений параметров окружающей среды в ближайший период времени и отдаленном будущем;
- формирование управляющих воздействий на основе комплексного системного подхода с целью обеспечения эффективной охраны окружающей среды и максимальной безопасности жизнедеятельности человека в ней.

Чрезвычайно большую роль в адекватном управлении охраной окружающей среды играет этап, связанный со сбором до-

стоверной информации о ее реальном состоянии. Важность данного этапа определяется исходным положением массива используемой информации во всей дальнейшей процедуре ее анализа, оценки состояния системы, прогноза развития событий и принятия необходимых решений. Именно исходная информация влияет на то, какими в конечном итоге будут результирующие управляющие решения со стороны властных структур и насколько они будут оправданы с точки зрения охраны окружающей среды и обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Сбору первичной достоверной информации о состоянии окружающей среды как основе всего процесса управления охраной этой среды уделяется в Российской Федерации самое пристальное внимание. Весь поток информационных данных об окружающей среде, получаемых с помощью мониторинга, подразделяется в настоящее время на четыре основные направления:

- санитарно-токсический мониторинг, предполагающий наблюдение за состоянием окружающей среды с точки зрения ее загрязненности всей комплексом вредных и опасных факторов;
- экологический мониторинг, определяющий изменения в экологических системах (биогеоценозах), продуктивности биоценозов, состоянии и запасах природных ресурсов, а также динамике этих изменений;
- социально-гигиенический мониторинг, осуществляемый с целью текущего контроля состояния здоровья населения страны, оценки демографической ситуации в отдельных регионах и стране в целом, условий труда и заработной платы, качества среды обитания людей, водоснабжения и пищевого обеспечения, состояния всех сфер деятельности и преступности;
- глобальный биосферный мониторинг, направленный на согласованное с международным сообществом исследование состояния биосферы планеты и выявление проблемных регионов, требующих скоординированных международных усилий по оказанию экологической помощи или проведению совместных экологических акций по обеспечению глобальной безопасности жизнедеятельности.

Указанные направления по обеспечению эффективного управления охраной окружающей среды совершенно необходимы для нормального развития Российской Федерации и ее международного сотрудничества с другими странами.

В рамках санитарно-токсического мониторинга окружающей среды ответственными организациями проводятся инспекции по определению уровней загрязненности атмосферы, гидросферы и почвы, оценивается эффективность работы очистных сооружений промышленных предприятий и коммунального хозяйства, организуются различные виды контроля выбросов и сбросов отходов промышленности, а также формируются стационарные, маршрутные и передвижные посты наблюдения за уровнями загрязнения атмосферного воздуха. При этом стационарные посты осуществляют непрерывную оценку состояния воздушной среды с периодическим четырехразовым отбором проб воздуха для химического анализа содержащихся в нем загрязняющих веществ. Количество таких стационарных постов зависит от численности населения, площади населенных пунктов, рельефа местности и количества расположенных на ней промышленных предприятий, колеблясь от одного до 20 стационарных постов при численности населения соответственно от 50 тыс. до 2 млн человек и более. Маршрутные посты регулярно отбирают пробы воздуха в разных фиксированных точках.

В обязательном порядке производится контроль за содержанием в воздухе пыли, оксида углерода, сернистого газа, диоксида азота, других специфических для конкретной местности химических соединений.

Экологический мониторинг предполагает постоянный контроль за состоянием древесных пород растений, качеством и разнообразием травяного покрова, уровнем загрязненности природной среды, влиянием проводимой в регионе хозяйственной деятельности на состояние природных ресурсов и динамику их изменения, количеством и числом видов животных и птиц, состоянием водоемов и их обитателей. В целом назначение экологического мониторинга заключается в оценке качества природной среды во всех ее разнообразных проявлениях.

Социально-гигиенический мониторинг, введенный в 2000 г., направлен на оценку качества жизни населения и в этом смысле представляет собой чрезвычайно важный аспект безопасности жизнедеятельности человека. Результаты анализа социально-гигиенической обстановки в Российской Федерации, представленные одним из ведущих демографов страны, действительным членом Российской академии естественных наук, доктором медицинских наук И.А. Гундаровым, свидетельствуют о явной негативной тенденции, характеризующей совокупное качество

жизни населения в нашей стране, примерно на протяжении последних 15 лет. За это время смертность возросла более чем в полтора раза и достигла в 2000 г. 16 умерших человек на 1000 населения ежегодно. К сожалению, начиная с 1992 г. уровень смертности устойчиво превышает уровень рождаемости, т.е. в стране наблюдается так называемая депопуляция населения, которая составляет в настоящее время в среднем 0,7% в год и продолжает увеличиваться. В 18 регионах страны, включая центральные области, депопуляция достигает 1% в год, а в Псковской области — 1,5%.

За тот же период времени преступность в среднем по стране возросла более чем в три раза. Калорийность питания населения в среднем снизилась на треть. Заболеваемость инфекционными видами опасных болезней, таких как дизентерия, сальмонеллез, дифтерия, выросла многократно. Например, в целом по стране в 1992—1994 гг. заболеваемость дифтерией увеличилась в 24 раза. Наблюдается высокая степень соответствия между ростом уровня преступности в обществе и ростом смертности населения. Помимо роста смертности пожилых людей от сердечно-сосудистых заболеваний 73% в динамике смертности занимают убийства и 11% самоубийства, причем большая их часть приходится на молодых людей в возрастной группе 20—29 лет, т.е. в наиболее трудоспособном и репродуктивном возрасте.

Основной вывод, который делает И.А. Гундаров из приведенной выше социально-гигиенической информации, следующий: сверхсмертность последних лет в нашей стране обусловлена чрезмерной агрессивней и депрессивней общества как самыми главными причинами.

К приведенным данным можно добавить также, что уровень потребления спиртных напитков в стране, который и раньше был не маленьким, в период с 2001 по 2003 г. возрос в среднем более чем на 18%, а для пива эта величина вообще составила более 31%.

В итоге, с учетом 12 видов параметров, таких как уровень преступности, степень антисанитарии, погодные условия и др., эксперты-аналитики журнала «The Economist» по качеству жизни населения отнесли Москву и Санкт-Петербург в рейтинге наиболее крупных городов мира всего лишь на 75 место, едва ли не самое низкое из европейских мегаполисов.

Данные социально-гигиенического мониторинга о состоянии безопасности жизнедеятельности в стране обязательно должны учитываться при формировании любых социальных программ и стратегических решений.

Наконец, говоря о глобальном биосферном мониторинге, следует отметить, что основу его безусловно составляет активное международное сотрудничество, в том числе с использованием многочисленных средств космического наблюдения, что значительно повышает общую эффективность функционирования системы охраны окружающей среды.

Так, именно благодаря глобальному биосферному мониторингу, осуществлявшемуся спутниковыми системами, в 1980-х гг. удалось вначале зафиксировать, а затем и принять действенные международные меры к ликвидации так называемых «озоновых дыр» в атмосфере нашей планеты, представлявших серьезную угрозу для безопасности жизнедеятельности.

Безусловно, одним из важнейших международных событий поистине глобального значения явилось принятие в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (г. Рио-де-Жанейро) программной Концепции устойчивого развития мирового сообщества. Само понятие «устойчивое развитие», предложенное еще в 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию под председательством Брундланд, означает следующие принципы глобального социально-природного устройства:

- удовлетворение потребностей современного поколения при сохранении такой же возможности для будущих поколений;
- совместная эволюция человечества и природы (коэволюция) в глубоком их взаимодействии и взаимопроникновении;
- согласование и разумное ограничение природопользования в соответствии с возможностями и динамикой изменения природных ресурсов;
- приоритет качества жизни людей перед количественными показателями (численностью населения, потреблением);
- сохранение разнообразия биосферы и человеческой культуры.

Выполнение указанных принципов устойчивого развития человеческой цивилизации предполагает осознание простого факта единства человека и природы и формирование на этой основе эффективного механизма глобального управления охраной окружающей среды и безопасностью жизнедеятельности всего мирового сообщества.

### **Контрольные вопросы**

1. Что включает в себя государственная политика в области охраны окружающей среды?
2. В чем состоит важное отличие современного Закона «Об охране окружающей среды» от предшествующего закона в природоохранной сфере?
3. Какие основные стадии входят в процесс управления охраной окружающей среды?
4. Почему важна достоверность исходной информации в управлении охраной окружающей среды и безопасностью жизнедеятельности?
5. По каким основным направлениям ведется мониторинг окружающей среды в настоящее время?
6. Какую цель преследует санитарно-токсический мониторинг окружающей среды и как он осуществляется?
7. Какие виды мониторинга изучают качество природной среды и качество жизни населения?
8. На каких основных принципах базируется концепция устойчивого развития мирового сообщества и биосферы?

### **7.3. Экобиозащитные мероприятия и техника**

Понятие экобиозащитной техники включает в себя комплекс систем и технических средств, предназначенных для решения задач по охране окружающей среды и обеспечению безопасности жизнедеятельности.

Указанный комплекс развивается в нескольких основных направлениях:

- системы и средства оперативного контроля за состоянием окружающей среды при различных видах мониторинга (санитарно-токсическом, экологическом, социально-гигиеническом, глобальном биосферном);
- системы анализа оперативной экологической информации и прогнозирования динамики изменения параметров природных систем;
- системы и средства проведения экобиозащитных мероприятий планового характера по очистке выбросов и сбросов промышленных предприятий;
- системы и средства по переработке промышленных и бытовых отходов;



- системы и средства проведения аварийных экобиозащитных мероприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций в техногенной сфере;

- системы и средства проведения экобиозащитных мероприятий по предотвращению и при возникновении чрезвычайных ситуаций в природной физической или биологической среде.

Рассмотрим более подробно каждое из перечисленных направлений использования экобиозащитной техники.

Первое направление предполагает активное использование различных видов мониторинга окружающей среды для наблюдения за ее состоянием, регистрации текущих параметров и сбора всей необходимой информации, обеспечивающей распознавание надвигающихся или только начинающихся чрезвычайных ситуаций для принятия срочных мер по их локализации.

К числу таких систем и средств мониторинга относятся прежде всего всевозможные виды газоанализаторов и установок химического анализа, предназначенных для оперативного санитарно-токсического контроля состояния окружающей воздушной среды непосредственно на территории и вокруг промышленных предприятий, а также на оживленных магистралях и в промзонах крупных населенных пунктов.

Точно также установки химического анализа активно используются при экологическом мониторинге гидросферы и почвы природных ландшафтов, лесных массивов, заповедников и заказников. Возможно периодическое взятие пробных образцов травянистых растений и коры деревьев. Большую помощь в выявлении динамики изменений природной среды может оказать метод сравнения фотоснимков, периодически снимаемых с одних и тех же точек с помощью профессиональной фотоаппаратуры и объективов с хорошей разрешающей способностью. Наконец, экологический мониторинг может включать в себя окольцовывание птиц для отслеживания путей их миграции и использование специальных портативных радиопередающих устройств, надеваемых на временно усыпленных диких животных с целью определения границ их обитания и численности. Особенно важны подобные меры для 109 редких видов птиц и 65 исчезающих видов животных, занесенных в 1995 г. в Красную книгу Российской Федерации, таких, например, как амурский тигр, численность которого в естественных условиях дальневосточной тайги составляет в настоящее время лишь несколько десятков особей.

Надежная правовая основа проведения экологического мониторинга создана Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» и уже упоминавшимся выше Федеральным законом «Об охране окружающей среды».

Согласно действующему Уголовному кодексу Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ (далее — УК) экологические преступления выделены законодателем в отдельную главу 26, где предусмотрена уголовная ответственность за правонарушения в области экологической безопасности: при производстве работ; при хранении, транспортировке, утилизации экологически опасных веществ и отходов; загрязнении атмосферы и гидросферы; порчу земли; незаконную добычу водных животных и растений; незаконную охоту; незаконную порубку деревьев и кустарников; повреждение или уничтожение лесных массивов.

Уголовная ответственность за экологические преступления предусмотрена при безусловной злонамеренности при незаконной охоте (ст. 258 УК) за неосторожное обращение с огнем при уничтожении лесных массивов (ст. 261 УК), хотя лесные пожары последних лет четко выявили умышленный характер многих поджогов с целью снижения стоимости участков сгоревшего леса. Правда, в этом случае возможно применение уголовной ответственности за тяжкие экологические преступления, вызвавшие массовое уничтожение растительного или животного мира, отравление атмосферы и водных ресурсов, классифицируемые как экологическая катастрофа (ст. 358 УК).

Одним из видов экобиозащитной техники могла бы стать в будущем система раннего оповещения о возникновении лесных пожаров, включающая в себя в том числе и различного рода световые или температурные датчики, точно установленные на участках леса и передающие радиосигналы на центральный пульт контроля за состоянием лесных массивов, что несомненно оказалось бы дешевле, чем тушить сами пожары.

При социально-гигиеническом мониторинге активно используют аппаратуру химического анализа для тестирования образцов винно-водочной продукции на предприятиях торговли и продуктовых складах с целью выявления и уничтожения многочисленных алкогольных фальсификатов.

Необходимость подобного вида социально-гигиенического мониторинга обуславливается огромным числом пищевых отравлений людей, часто со смертельным исходом, в результате употреб-

ления ими вредных для здоровья и опасных для жизни подделок, наводнивших частный сектор торговли и представляющих реальную опасность для общества в целом. Торговля алкогольной отравой превратилась для многих преступных группировок в доходный бизнес, сравнимый по прибыльности с торговлей наркотиками. Одной из важных правовых норм, поставленных государством на пути распространения такого зелья, стал Закон Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», устанавливающий юридическую основу для проведения социально-гигиенического мониторинга и привлечения виновных в изготовлении и распространении некачественной алкогольной продукции к административной или уголовной ответственности.

Наконец, проведение глобального биосферного мониторинга связано с использованием как наземных, так и космических средств наблюдения. По международным договоренностям, на территории России существуют восемь наземных стационарных пунктов по осуществлению такого мониторинга, входящих в единую мировую сеть глобального контроля за состоянием биосферы. Кроме того, многочисленные спутниковые системы биосферного мониторинга космического базирования, расположенные в основном на низких или сильно вытянутых эллиптических орбитах, позволяют получать исчерпывающий объем спутниковой информации о состоянии гидросферы и атмосферы планеты, ее лесов, озонового слоя, магнитного поля и т.д.

С позиций глобального биосферного мониторинга одной из насущных проблем современности является космическая экология, или экология ближнего космоса. Проблема заключается в постоянно растущем загрязнении околоземного космического пространства большим числом техногенных фрагментов, образовавшихся в результате либо намеренного уничтожения военных спутников, отработавших свой срок, либо столкновений вышедших из строя и поэтому неуправляемых космических аппаратов. К сожалению, естественный сход с околоземной орбиты таких спутников и фрагментов с последующим их сгоранием в атмосфере может занять достаточно долгий период времени, и чем выше рабочая орбита космического аппарата, тем дольше он будет приближаться к плотным слоям атмосферы. Практика показывает, что с обычных орбит высотой 350—500 км неуправляемый космический аппарат снижается к Земле до момента своего сгорания в атмосфере от нескольких недель до несколько меся-

цев. При высоте орбиты свыше 600—650 км время свободного орбитального падения стремительно растет и исчисляется уже годами. Поэтому вероятность взаимных столкновений и самопроизвольного разрушения в околоземном пространстве таких «мертвых» спутников и фрагментов космических аппаратов также достаточно велика. При этом оказывается, что в результате таких столкновений существует устойчивая тенденция постепенного измельчения всякого «космического мусора» (американский термин — «space debris»). Интенсивность этого процесса такова, что общее число фрагментов космической техники, вращающихся вокруг Земли, по оценкам американских специалистов, увеличивается примерно на 8,6% в год, стремительно снижая тем самым безопасность космических полетов.

Чтобы представить себе, о каких масштабах загрязнения ближнего космоса идет речь, достаточно вспомнить, что к началу 1990-х гг. в космосе, согласно специальному каталогу, находилось 7184 космических объектов или их фрагментов с линейными размерами свыше 10 см. Из них лишь 5% являлись действующими спутниковыми системами, а остальные около 6800 довольно крупных объектов представляли собой «космический мусор». Кроме того, на околоземных орбитах находилось свыше 70 тыс. обломков с линейными размерами 1—10 см, а также около 3,5 млн фрагментов еще меньшего размера. В целом совокупная масса «космического мусора», находящегося в ближнем космосе, оценивалась примерно в 3000 т.

Поэтому, говоря о различных видах экобиозащитной техники, в будущем придется проектировать, создавать и использовать также средства очистки ближнего космоса от «космического мусора». Иначе сами околоземные орбиты рискуют превратиться для человечества в подобие «минного поля», а безопасность космических полетов опустится ниже допустимого критического уровня оправданного риска.

Системы анализа поступающей экологической информации и последующего прогнозирования динамики изменения параметров экологических систем и всей биосферы реализуются на базе современной вычислительной техники и целых компьютерных сетей, которые также можно считать одной из форм экобиозащитной техники расчетно-аналитического характера. К этому же разряду относятся и специализированные компьютерные программы экологической целевой направленности.

Следующий вид экомбиозащитной техники обеспечивает плановую очистку выбросов и сбросов промышленных предприятий. К этой технике относятся пыле- и дымоулавливатели, фильтры, очистные сооружения.

Особенность любых видов плановой очистки заключается в том, что со временем эффективность реализующих эту очистку систем и средств экспоненциально падает, что заставляет, по сути дела, осуществлять периодическое регламентное обслуживание такой экомбиозащитной техники.

Системы и средства по переработке промышленных и бытовых отходов имеют две принципиально разные концепции своего использования. Первая концепция базируется на экстенсивном подходе к переработке отходов, согласно которой отходы вывозятся специальными мусороуборочными машинами либо на загордые свалки, либо на мусоросжигательные заводы. Вторая концепция основана на интенсивном подходе к использованию мусора, которому после специальной обработки придаются свойства, позволяющие использовать полученный материал с пользой для общественного хозяйства. Таковы технологические установки для переработки металлолома, макулатуры, а в последнее время и резиновых автомобильных покрышек, которые после измельчения с успехом выполняют роль наполнителей специальных материалов дорожных покрытий.

Системы и средства проведения аварийных экомбиозащитных мероприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций в техногенной сфере включают в себя прежде всего автоматические устройства пожарной сигнализации и пожаротушения. К первым из них относятся всевозможные автоматические датчики (световые, дымовые, тепловые) и средства оповещения (мигающие красные лампы, звуковые сирены, звонки сильного боя). Автоматические средства пожаротушения включают в себя водяные разбрызгивающие устройства — спринклеры (от англ. *sprinkle* — разбрызгивать) или системы подавления огня инертным газом. Из обычных средств пожаротушения распространены пенные огнетушители.

Пожаротушение в природной среде, прежде всего в лесных массивах, предполагает широкое использование в качестве экомбиозащитной техники обычных пожарных машин, строительной техники для создания просек и огнезаградительных полос, вертолетов и самолетов пожаротушения.

Аварийные экобиозащитные мероприятия в техногенной или природной среде могут включать в себя следующие действия по очистке и обеззараживанию соответственно или участков поверхности на территории предприятий и населенных пунктов, или участков местности в природной среде:

- дегазацию участков поверхности и местности при выбросах химических вредных и опасных аэрозолей или газовых веществ;
- нейтрализацию проливов кислот и щелочей, других опасных жидких химических соединений на их основе;
- демеркуризацию (от лат. *mercurius* — ртуть) участков поверхности или местности при попадании на нее ртути;
- дезактивацию участков поверхности и местности при радиоактивном загрязнении источниками ионизирующих излучений.

При указанных мероприятиях активно используют химические средства очистки и обеззараживания, поливочную технику, средства индивидуальной защиты персонала спецподразделений гражданской обороны.

Перечисленные основные направления использования экобиозащитной техники реализуют следующие основные функции: наблюдение, анализ, очистка, переработка, предотвращение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Конечной целью указанных мероприятий является охрана окружающей среды, поддержание устойчивого экологического равновесия между человеком и природой, а в конечном счете — обеспечение безопасности жизнедеятельности человека.

### ② **Контрольные вопросы**

1. Что понимается под термином экобиозащитная техника?
2. Какие основные направления используются в мероприятиях и средствах экобиозащитной техники?
3. Какие виды мониторинга включает в себя оперативный контроль за состоянием окружающей среды?
4. Чем осуществляется контроль при санитарно-токсическом мониторинге техногенной и природной среды?
5. Как осуществляется экологический мониторинг окружающей природной среды?
6. С какой целью проводится социально-гигиенический мониторинг?

7. Какие проблемы необходимо решать при глобальном биосферном мониторинге окружающей среды?

8. Как осуществляются плановые экобиозащитные мероприятия в техногенной сфере жизнедеятельности?

9. Какие средства используются при пожаротушении в техногенной и природной среде?

10. Какие методы и средства используются для очистки и обеззараживания при возникновении чрезвычайных ситуаций в окружающей среде?

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **8.1. Экономические последствия и материальные затраты обеспечения безопасности жизнедеятельности**

Проблема обеспечения безопасности жизнедеятельности всегда и во всех странах является проблемой комплексной и складывающейся как минимум из следующих основных компонентов, требующих своего решения:

- техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности в производственных условиях, на транспорте и в быту за счет высокой надежности техногенной сферы среды обитания человека;
- экологическое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве, в быту и на отдыхе за счет комфортных условий природной сферы среды обитания человека;
- общественное обеспечение безопасности жизнедеятельности за счет допустимых условий социальной сферы среды обитания человека.

Все указанные сферы обеспечения безопасности включают в себя множество факторов, способных представлять собой достаточно серьезный уровень опасности. Чтобы не допустить достижения этого критического уровня, требуются комплексные усилия по многим направлениям, связанным с указанными факторами одновременно каждого человека, общества, государства как гаранта безопасности человека и общества, а также и всего международного сообщества.

Формы таких усилий могут быть самыми различными (физическими, организационными, интеллектуальными, финансовыми), но



в большинстве случаев значительную роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности играют именно экономические показатели.

Обеспечение безопасности оперирует такими совершенно внеэкономическими категориями, как здоровье и жизнь человека. Любые попытки оценить в денежном эквиваленте указанные категории являются циничными и безнравственными.

Принимая в качестве постулата, что жизнь человека бесценна, методологически пользуются понятием риска как некоторой возможности наступления нежелательного события. Так возникают повсеместно используемые понятия риска заболевания, риска получения травмы, риска смертельного исхода. По сути дела, это уже показатели теории вероятности. Но за каждым из них по-прежнему стоят здоровье и жизнь человека.

Как бы то ни было, сама логика экономической оценки эффективности мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в настоящее время сводится к следующему. Берется некоторый уровень финансовых затрат на обеспечение безопасности жизнедеятельности (человека, общества, государства, международного сообщества) и с ним соотносится уровень отсутствия тех или иных рисков (заболевания, травмы, смертельного исхода человека, банкротства фирмы, нестабильности общества, техногенной катастрофы, распада государства, глобальной экологической катастрофы и т.д.).

Поскольку достичь абсолютного отсутствия указанных рисков принципиально невозможно, даже при бесконечно большом финансировании усилий по обеспечению безопасности жизнедеятельности, то приходят к понятию уровня приемлемого риска как некоторой допустимой вероятности наступления нежелательных событий при согласии самого человека, общества, государства и международного сообщества.

Чем выше уровень экономических затрат на обеспечение безопасности жизнедеятельности, тем меньше указанные риски и, соответственно, выше уровень их отсутствия, т.е. уровень безопасности жизнедеятельности.

Таким образом, совершенно очевиден следующий достаточно простой, но чрезвычайно важный вывод: при любых формах финансирования безопасность жизнедеятельности есть функция от экономических затрат на ее обеспечение.

К сожалению, из-за огромного количества влияющих на безопасность жизнедеятельности факторов пока не существует формального выражения указанной взаимозависимости между уров-

нем экономических затрат на обеспечение безопасности и уровнем самой безопасности как следствия этих затрат. Существуют, правда, некоторые статистические данные о затратах в природоохранной области, которые безусловно являются составной частью общих экономических затрат на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Так, в соответствии с этими данными в развитых зарубежных странах финансовые вложения в природоохранные, экологические мероприятия составляют 4—6% валового национального продукта (ВНП) этих стран, а экономический ущерб, наносимый загрязнением окружающей среды, оценивается в них в 2—7% ВНП. Другими словами, наблюдается некое паритетное соответствие между затратами и ущербом.

В нашей стране картина иная. За 1990—1995 гг. экономические затраты на природоохранные мероприятия составляли 0,8% ВНП, а экологический ущерб в масштабах всей страны оценивался в 15—17% ВНП. Подобная практика финансирования наглядно показывает, что «экономия» на безопасности жизнедеятельности убыточна для государства в целом.

В благополучных по экологии странах считается достаточным в перспективе поднять экономические затраты на природоохранные мероприятия до уровня 8—10% ВНП. В Российской Федерации эти затраты должны быть значительно больше, поскольку придется компенсировать недофинансирование экологии в течение многих прошлых лет, когда природопользование в стране повсеместно велось экстенсивным, хищническим методом по принципу «после нас — хоть потоп». И если в каких-то водоемах сегодня вновь появилась рыба, а в реках — раки, то причина такого явления лежит вовсе не в финансировании экологических мероприятий, а в существующем у нас де-факто развале промышленности, остановке многих предприятий и вредных производств, которые, вместо того чтобы строить эффективные очистные сооружения, были вынуждены просто прекратить свою деятельность из-за нехватки средств. В какой-то степени стоимость разваленной промышленности — это те запоздалые и многократные экономические затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности в природной сфере, на которых так долго раньше «экономили» в государстве.

В мире наблюдается примерно следующее соотношение: каждое увеличение природоохранных затрат на 1—2% ВНП предотвращает экологический ущерб в 3—5% объема ВНП, т.е. речь идет о 2,5—3-кратной прибыльности вложений в безопасность.

Как показывает практика, все экономические затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности складываются из двух основных взаимосвязанных блоков:

- экономические затраты на превентивное предотвращение чрезвычайных ситуаций в техногенной, природной и социальной сферах путем организации системы безопасности и поддержания ее в состоянии готовности;

- экономические затраты на ликвидацию последствий техногенных, природных и социальных чрезвычайных ситуаций, а также необеспечения безопасности жизнедеятельности, выраженной в других формах проявления (профессиональные заболевания, травматизм и т.д.).

Вышеприведенный пример с экологией является достаточно показательным, поскольку и в остальных сферах жизнедеятельности наблюдается сходная ситуация. Там, где финансирование предварительных затрат на обеспечение безопасности достаточное, экономический ущерб от последствий чрезвычайных ситуаций сравнительно невелик. И наоборот, «экономия» на безопасности возвращается бумерангом с многократными разрушительными материальными потерями и экономическим ущербом от чрезвычайных ситуаций.

В 2003 г., как отмечалось в 2.2, на обеспечение безопасности жизнедеятельности в бюджете Российской Федерации было выделено 11 млрд руб. В то же время годовые затраты на ликвидацию всех видов чрезвычайных ситуаций в стране составили около 600 млрд руб., причем львиная доля этих затрат (до 70%) пришлось на техногенную область. Единственным возможным выходом из создавшейся ситуации является резкое увеличение (на порядок) в бюджете затрат на обеспечение безопасности во всех сферах жизнедеятельности.

Показательна структура социально-экономического ущерба за 2000 г. (общая сумма в 191,6 млрд руб.) от дорожно-транспортных происшествий (по данным ГИБДД Российской Федерации):

- ущерб в результате телесных повреждений людей (оплата нетрудоспособности, компенсации, страховые выплаты и т.д.) — 117,8 млрд руб. (61,5% общей суммы ущерба);

- ущерб в результате повреждений транспортных средств — 47 млрд руб. (24,5% общей суммы ущерба);

- ущерб в результате повреждений оборудования дорог и сооружений — 25,6 млрд руб. (13,4% общей суммы ущерба);

- ущерб в результате повреждений перевозимых грузов — 1,2 млрд руб. (0,6% общей суммы ущерба).

К сожалению в приведенной структуре социально-экономического ущерба никак не отражен, да и не мог найти отражения моральный ущерб тех людей, которые сами пережили ДТП или родственники и знакомые которых попали в автокатастрофу.

Еще одной системной проблемой, с которой вскоре вплотную придется столкнуться Российской Федерации, является надвигающаяся нехватка технических специалистов во многих областях производства. Процессы приватизации и хронического отсутствия финансирования, конверсии предприятий, обладающих высокими технологиями, сопровождались оттоком высококвалифицированных и обладающих техническими знаниями специалистов из промышленности в другие сферы деятельности, как правило не требующие какой-либо квалификации, но зато дающие людям хоть какие-то средства к существованию.

Аналогичный процесс проходил на протяжении последних 2—13 лет и в сфере государственного технического образования, где наиболее востребованными на рынке труда оказались лишь те специальности, которые потенциально давали надежный заработок будущим молодым специалистам, прежде всего в области экономики, нефтегазового оборудования, построения и обслуживания компьютерных систем, мобильной связи и программирования. Большинство остальных технических специальностей государственных вузов, даже выполняя план по набору студентов выпуска специалистов с высшим образованием, во многом ратали «вхолостую», так как большинство их выпускников шли в промышленность, а начинали работать совсем в других областях, предоставлявших нормальное финансовое обеспечение, — банковских структурах, риэлторских агентствах, коммерческих организациях и т.д. В итоге из-за многолетней возрастающей неуккомплектации производства молодыми кадрами сложилась весьма опасная для всего государства ситуация, при которой промышленность в целом ощущает все более острый кадровый голод, поскольку смена поколений идет неотвратимо, но вместо сотен ветеранов предприятий приходят лишь единицы молодых специалистов.

При этом трудно даже винить выпускников вузов в неосознанности или отсутствии патриотизма, так как им просто надо что-то жить, а существующая до сих пор система оплаты труда на многих предприятиях такой возможности не предоставляла. Достаточно сказать, что еще в начале 2003 г. на предприяти-

ях аэрокосмической отрасли часовые тарифные ставки рабочих 4-го и 5-го разрядов, которые весьма распространены на производстве, составляли всего лишь немногим больше 4 руб. и лишь к концу года были хоть как-то увеличены. Так же оплачивается работа всего инженерно-технического состава предприятий. Иначе говоря, чтобы сделать работу в промышленности привлекательной, ее необходимо оплачивать на порядок выше.

В ближайшее время будет ощущаться и нехватка преподавательских кадров в государственных технических вузах. Многолетняя нищенская зарплата большинства преподавателей таких высших учебных заведений технического профиля — институтов, технических университетов — привела к резкому сокращению притока молодых кадров в сферу высшего образования и науки. Чтобы восполнить подобный дефицит молодежи, также требуется существенное увеличение бюджетного финансирования в области технического образования не менее, чем на порядок.

Таким образом, в нашей стране налицо поистине системный кадровый кризис в связке «высшее образование — наука — промышленность», для выхода из которого, к сожалению, нужно, во-первых, довольно много времени (около 10 лет), а во-вторых, значительное увеличение (в 10—15 раз) финансового обеспечения вузовского преподавания и вузовской науки, подготовки научных кадров высшей квалификации, специалистов промышленности. Только при этих двух условиях можно надеяться на то, что в будущем отечественные высшее образование, наука и производство снова достигнут былого уровня эффективности, а сама Российская Федерация перестанет в столь значительной степени зависеть от мировых цен на углеводородное сырье, запасы которого далеко не безграничны.

Кадровая проблема, напрямую связанная с обороноспособностью страны, касается безопасности жизнедеятельности всего государства в целом, а также безопасного существования общества и каждого отдельного человека в нем. Предпринимаемые государством попытки продления рабочей активности людей старшего поколения за счет их более позднего выхода на пенсию являются всего лишь полумерами и не приведут к увеличению продолжительности самой жизни этого поколения, которая и так в среднем существенно ниже, чем в большинстве других европейских стран. Истинное же решение указанной кадровой проблемы лежит только на пути высокого госбюджетного финансирования работы людей в сфере высшего образования, науки и

промышленности, что безусловно принесет через несколько лет свои положительные результаты и окупится для безопасности государства сторицей.

Не зря во всем мире инвестиции в образование и науку считаются наиболее оправданными и прибыльными. Так, в США в 1990-х гг. финансирование научных исследований, в том числе и в области безопасности жизнедеятельности, составляло более 150 млрд дол. в год. Для большинства развитых стран мира подобные ежегодные инвестиции в одну лишь только науку составляют свыше 3% валового национального продукта. Не меньшие средства ассигнуются на образование и намного большие — на развитие и эффективную работу промышленности.

В итоге, проблема обеспечения жизнедеятельности представит как комплексная и глубоко эшелонированная система взаимосвязанных проблем.

Вообще, на всех уровнях принятия решений о распределении бюджетных средств следует четко осознавать, что, хотя безопасность жизнедеятельности и не приносит прямой экономической выгоды, пренебрежение ее обеспечением всегда оборачивается огромным прямым ущербом.

Поэтому столь часто в цену на посредственную отечественную продукцию косвенно включается не только ее себестоимость, но и часть огромных экономических потерь от необеспечения производителем необходимой и достаточной безопасности жизнедеятельности на производстве. В итоге подобная дорогая и некачественная отечественная продукция в рыночных условиях оказывается неконкурентоспособной по сравнению с зарубежными образцами, изготовленными с высоким качеством и в безопасных условиях труда при сходном примерно уровне потребительских цен.

Подытоживая изложенное в данном параграфе, следует еще раз отметить, что в вопросах обеспечения безопасности жизнедеятельности экономические затраты безусловно отходят на второй план, поскольку всегда при возникновении чрезвычайных ситуаций речь идет о совершенно невозможных людских потерях, которые не имеют никакого эквивалента. Поэтому сколь угодно оправданными являются любые финансовые затраты на повышение безопасности человека, общества, государства, точно так же, как оправдано сколь угодно высокое международное финансирование мероприятий по обеспечению международной безопасности.

### **Контрольные вопросы**

1. Из каких компонентов складывается проблема обеспечения безопасности жизнедеятельности?
2. На каких уровнях предпринимаются усилия по обеспечению безопасности жизнедеятельности?
3. Как определяется понятие риск и почему в безопасности жизнедеятельности оно столь часто используется?
4. Что означает уровень приемлемого риска на различных уровнях безопасности жизнедеятельности?
5. Как взаимосвязана безопасность жизнедеятельности с экономическими затратами на ее обеспечение?
6. Как соотносятся в зарубежных странах затраты на природоохранную деятельность и результирующий общий экологический ущерб?
7. Насколько оправданы вложения государства в природоохранную деятельность и вообще в обеспечение безопасности жизнедеятельности?
8. Из каких основных блоков складываются экономические затраты на обеспечение безопасности?
9. Какова взаимосвязь между превентивными затратами на безопасность и затратами на ликвидацию последствий ее необеспечения?
10. Почему обеспечение безопасности жизнедеятельности не может быть сведено лишь к экономическим показателям?

## **8.2. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности**

История начала XXI в. показывает, что только на пути консолидации усилий международного сообщества можно добиться успеха в деле обеспечения высокого уровня безопасности жизнедеятельности.

Следует отметить, что, несмотря на имеющиеся взаимные противоречия, руководители многих стран мира в состоянии объединить свои усилия для борьбы с нависшей угрозой. Ярким примером подобного поведения стало образование союза стран антигитлеровской коалиции в годы Второй мировой войны.

В настоящее время международное сотрудничество играет не менее решающую роль в деле обеспечения международной безопасности по следующим основным направлениям:

- борьба с международным терроризмом, вышедшая на первый план в последние годы;

- обеспечение глобальной экологической безопасности;
- использование воинского контингента международных сил ООН для предотвращения вооруженных конфликтов;
- взаимопомощь в решении проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности в техногенной сфере;
- экономическая помощь со стороны международных финансовых институтов для преодоления кризисных ситуаций в отдельных странах;
- обеспечение эпидемиологической безопасности жизнедеятельности;
- борьба с организованной преступностью, и прежде всего с наркобизнесом и контрабандой оружия;
- борьба с угрозами безопасности в информационной сфере жизнедеятельности.

Перечисленные направления международного сотрудничества являются наиболее важными именно для настоящего периода времени. В будущем вполне возможно изменение приоритетов, исключение одних и появление других, пока неизвестных опасностей и угроз.

Из достижений последнего времени следует отметить следующие наиболее важные международные договоренности в деле обеспечения безопасности мирового сообщества. Прежде всего это появление в 1945 г. Организации Объединенных Наций (ООН) со штаб-квартирой в Нью-Йорке и формирование на ее основе многочисленных международных организаций, таких как Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Отделение ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) и др.

Чрезвычайно важным стало подписание в 1987 г. Монреальского международного протокола о снижении на 50% выбросов в атмосферу озоноразрушающих химических веществ, благодаря чему удалось остановить увеличение «озоновых дыр» в атмосфере Земли.

Международное сообщество со времени образования ООН приняло около 180 международных соглашений, договоров, конвенций в природоохранной, экологической сфере безопасности жизнедеятельности.

Важным событием мирового значения явилось проведение в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конференции ООН по окружающей



среде и развитию, на которой была принята Концепция устойчивого развития цивилизации, а страны — участники конференции обязались привести свои национальные законодательства в соответствие с основными ее положениями. Наконец, в 1997 г. в Киото был принят Международный протокол о сокращении выбросов парниковых газов, к которому в 2004 г. присоединилась и Россия.

Активно развивается международное сотрудничество в области взаимопомощи при возникновении чрезвычайных ситуаций, в которых, по данным ООН, за последние 20 лет пострадали около 1 млрд жителей планеты, а около 3 млн человек погибли.

Созданы и эффективно работают международные финансовые организации по оказанию экономической взаимопомощи различным странам мирового сообщества. К числу таких организаций относятся Международный банк реконструкции и развития (МБРР), Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Всемирный банк (ВБ) и др. С помощью предоставляемых долгосрочных кредитов указанные финансовые институты поддерживают те страны, которые переживают кризисные моменты своей истории, а также инвестируют средства в экологически привлекательные проекты, осуществляя реальную помощь в деле обеспечения международной безопасности жизнедеятельности на планете.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему важны международные усилия по обеспечению безопасности жизнедеятельности?
2. Каковы основные направления международных усилий по обеспечению безопасности?
3. Какие из направлений обеспечения безопасности представляют наибольший приоритет и почему?
4. Какая международная организация призвана координировать усилия мирового сообщества в обеспечении безопасности жизнедеятельности?
5. Какие международные организации созданы на базе и по инициативе ООН?
6. Какие наиболее важные международные соглашения заключены под эгидой ООН?
7. Какую роль выполняют международные финансовые организации в деле обеспечения безопасности жизнедеятельности?

## Заключение

Безопасность жизнедеятельности — обязательная учебная дисциплина в вузах Российской Федерации, призванная помочь студентам овладеть важнейшими в настоящее время комплексными знаниями, позволяющими обеспечить надлежащие условия для эффективного труда и отдыха человека, гармоничного и стабильного существования общества, государства и международного сообщества.

К сожалению, приходится признать, что безопасность жизнедеятельности человека на различных структурных уровнях и в разных сферах окружающей среды пока совершенно недостаточна. Наряду с проблемами техногенной сферы и нарушенной природной среды стремительно активизируется социальная угроза терроризма, которая по своим разрушительным последствиям выходит на первый план в рейтинге наиболее опасных угроз для безопасности человека. Масштабы явления и динамика роста этого класса преступлений постепенно приобретают характер глобальной социальной чрезвычайной ситуации, настоятельно требуя формирования кардинальных решений со стороны всего международного сообщества.

Способствовать нахождению эффективных путей повышения безопасности жизнедеятельности могут впечатляющий прогресс человечества во многих областях науки и техники, растущее стремление подавляющего большинства стран к экономической и политической взаимной интеграции, все большее признание в мире демократических свобод и ценностей, рост взаимного уважения людей и создание реальных предпосылок того, чтобы сделать этот мир как можно более безопасным для жизни.

## Список литературы

1. *Азимов А.* Выбор катастроф. — СПб.: Амфора, 2001.
2. *Артюнина Г.П., Игнатъкова С.А.* Основы медицинских знаний: здоровье, болезнь и образ жизни. — М.: Академический проспект; Фонд «Мир», 2006.
3. *Безопасность жизнедеятельности* / Под ред. Э.А. Арустамова. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2003.
4. *Безопасность жизнедеятельности* / С.В. Белов, А.В. Ильницкая и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. — М.: Высшая школа, 2001.
5. *Безопасность жизнедеятельности* / Под ред. Л.А. Муравья. — М.: «ЮНИТИ-ДАНА», 2002.
6. *Безопасность жизнедеятельности* / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин и др. Под ред. Л.А. Михайлова. — СПб.: Питер, 2005.
7. *Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда)* / П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. — М.: Высшая школа, 2002.
8. *Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях* / Под общ. ред. Г.Н. Кириллова. — М.: Изд-во НЦЭНАС, 2001.
9. *Белов П.Г.* Теоретические основы системной инженерии безопасности. — М.: ГНТБ «Безопасность» МИБ СТС, 1996.
10. *Биографический энциклопедический словарь.* — М.: Большая Российская Энциклопедия, 2001.
11. *Биологический энциклопедический словарь* / Гл. ред. М.С. Гиляров. — М.: Большая Российская Энциклопедия, 1995.
12. *Бреннан Р.* Словарь научной грамотности. М.: Мир, 1997.
13. *Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В.* Модели и механизмы управления безопасностью. — М.: СИНТЕГ, 2001.
14. *Вудсон У., Коновер Д.* Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов. — М.: Мир, 1968.
15. *Гусов К.Н., Толкунова В.Н.* Трудовое право России. — М.: Проспект, 2003.
16. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Безопасность жизнедеятельности. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.
17. *Денисов В.В. и др.* Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при чрезвычайных ситуациях. — М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д.: Изд. центр «МарТ», 2003.
18. *Денисов В.Г., Онищенко В.Ф.* Инженерная психология в авиации и космонавтике. — М.: Машиностроение, 1972.
19. *Драга А.А.* Обеспечение безопасности предпринимательской деятельности. — М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.

20. Емельянов В.В. и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Под ред. В.В. Тарасова. — М.: Академический проект: Трикста, 2004.
21. Катастрофы конца XX века / Под ред. В.А. Владимирова. — М.: Изд-во «Фласт», 2001.
22. Копылов В.А. Информационное право. — М.: Юрист, 1997.
23. Лобачев А.И. Концепции современного естествознания. — М.: «ЮНИТИ-ДАНА», 2001.
24. Лобачев А.И. Принципы построения робототехнических средств космического производства и орбитального обслуживания / В сб. «Проблемы и перспективы индустриализации космоса». — М.: ИИЕТ АН СССР, 1990.
25. Лобачев А.И., Береговой В.Г. Индустриализация и экология ближнего космоса // В сб. «Космическая индустрия: от экспериментов к промышленным масштабам». — М.: ИИЕТ АН СССР, 1991.
26. Макаре С.В. Основы экономики природопользования. — М.: ИМПЭ, 1998.
27. Медицинский энциклопедический словарь / Под ред. В.И. Бородулина. — М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век», 2002.
28. Основы естественно-научных знаний для юристов / Под ред. Е.Р. Россинской. — М.: Норма—Инфра-М, 1999.
29. Основы инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. — М.: Высшая школа, 1986.
30. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: Учебное пособие для органов управления РСЧС. — М.: Студия «Крук-Престиж», 2002.
31. Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности / Под ред. Г.С. Голицина и А.А. Васильева. — М.: Изд-во «Крук», 2004.
32. Природные опасности России. Природные опасности и общество / Под ред. В.А. Владимирова, Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. — М.: Изд-во «Крук», 2002.
33. Роботизированные производственные комплексы / Ю.Г. Козырев и др.; Под ред. Ю.Г.Козырева, А.А.Кудинова. — М.: Машиностроение, 1987.
34. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. О.Н.Русака. — СПб.: Изд. «Лань», 2002.

35. Санитарные нормы. Полный справочник. — М.: Эксмо, 2006.
36. Сборник лекций для руководящего состава МЧС России. Оперативное управление мероприятиями РСЧС / Под общ. ред. В.Ф. Мищенко. — М., 2004.
37. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. — М.: Машиностроение, 1982.
38. *Талицкий И.И., Чугуев В.Л., Щербинин Ю.Ф.* Безопасность движения на автомобильном транспорте. — М.: Транспорт, 1988.
39. Трудовой кодекс Российской Федерации. М.: Юрайт-Издат, 2004.
40. *Фигурнов В.Э.* IBM PC для пользователя. — М.: Инфра-М, 1995.
41. *Фокин Ю.Г.* Оператор — технические средства: обеспечение надежности. — М.: Воениздат, 1985.
42. *Хаккер В.* Инженерная психология и психология труда. — М.: Машиностроение, 1985.
43. *Хван Т.А., Хван П.А.* Безопасность жизнедеятельности. — Ростов н/Д.: «Феникс», 2000.
44. *Чертов А.Г.* Единицы физических величин. — М.: Высшая школа, 1977.
45. *Шумилов И.С.* Авиационные происшествия. Причины возникновения и возможности предотвращения. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.
45. *Шибанов Г.П.* Количественная оценка деятельности человека в системах «человек — техника». — М.: Машиностроение, 1983.
44. *Ярочкин В.И.* Секьюритология — наука о безопасности жизнедеятельности. — М.: «Ось-89», 2000.

## Указатель имен

**Азимов А.** (1920—1992) — американский писатель-фантаст, ученый, популяризатор науки; сторонник гуманизма и нравственности в науке, интеграционного пути развития человеческой цивилизации.

**Альварес Л.** (1911—1990) — американский физик; основоположник теории кометно-астероидного биологического катастрофизма; лауреат Нобелевской премии.

**Вернадский В.И.** (1863—1945) — естествоиспытатель, мыслитель; основоположник биогеохимии, радиогеологии, современного учения о биосфере, ноосфере и экологии; академик РАН и АН СССР.

**Даль В.И.** (1801—1872) — русский писатель, лексикограф, этнограф; автор «Толкового словаря живого великорусского языка»; почетный академик Петербургской АН.

**Дженнер Э.** (1749—1823) — английский врач; основоположник метода оспопрививания (вакцинации).

**Кетле А.** (1796—1874) — бельгийский математик, астроном, социолог; основоположник научных школ антропометрии и социальной статистики.

**Кусто Ж.-И.** (1910—1997) — французский океанограф, писатель, кинорежиссер, эколог; изобретатель акваланга, подводных «домов», транспортных средств изучения Мирового океана; директор Океанографического института в Монако.

**Маркс К.** (1818—1883) — немецкий мыслитель, экономист, общественный деятель; основоположник теории прибавочной стоимости и революционного перехода к коммунизму с уничтожением частной собственности и парламентских институтов.

**Поппер К.Р.** (1902—1994) — австрийский философ; основоположник направления критического рационализма в философии науки; автор принципа фальсифицируемости (опровержимости) как критерия разделения научного и ненаучного знания.

**Рентген В.К.** (1845—1923) — немецкий физик; открыл и исследовал особый вид коротковолнового электромагнитного излучения с высокой степенью проникаемости; лауреат Нобелевской премии.

**Сукачев В.Н.** (1880—1967) — биолог, ботаник, географ, лесовед; основоположник учения о фитоценозе; основатель научных школ палеоботаники и биогеоценологии; академик АН СССР.

**Фурье Ж.Б.Ж.** (1768—1830) — французский математик и физик; основоположник теории тригонометрических рядов; автор «Аналитической теории тепла»; почетный академик Петербургской АН.

**Циолковский К.Э.** (1857—1935) — русский ученый и изобретатель в области воздухоплавания и ракетной техники; основоположник современной космонавтики и философии освоения космоса.

**Чижевский А.Л.** (1897—1964) — биолог, биофизик; основоположник учения о влиянии солнечных циклов активности на биосферу; основатель научных школ гелиобиологии и аэроионизации.

**Шеннон К.Э.** (р. 1916) — американский инженер и математик; один из создателей математической теории связи, теории информации, кибернетики.

**Шойгу С.К.** (р. 1955) — министр в Правительстве РФ; руководитель Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС).

## Предметный указатель

**Безопасность** — состояние эффективной защищенности объекта, адекватное уровню существующих опасностей или наиболее вероятных угроз.

**Биосфера** — совокупность всех существующих на планете форм жизни и физико-химических условий их обитания (сумма всех экологических систем планеты).

**Гипертермия** — опасный для здоровья перегрев организма человека (на солнце, в горячих производственных цехах).

**Гипотермия** — опасное для здоровья переохлаждение организма человека (в холодной воде, при низких температурах воздуха).

**Гипоцентр землетрясения** — глубинный источник сдвига вышерасположенной земной поверхности.

**Гомосфера** — область активного существования, жизнедеятельности человека (группы людей, общества).

**Государство** — основной создаваемый обществом политический институт своей организации, призванный осуществлять функции управления создавшим его обществом и защиты его социально-экономических интересов.

**Жизнедеятельность** — совокупность различных форм активного существования человека и связанных с ним различных системных уровней биологического мира.

**Звуковое давление** — дополнительная энергия, появляющаяся в окружающей человека воздушной среде вместе со звуковой волной.

**Иммобилизация** — временное обездвижение с помощью подручных средств поврежденной (сломанной) части тела человека вплоть до оказания ему необходимой медицинской помощи в полном объеме в стационарном лечебном учреждении.

**Информационная перегрузка** — превышение скорости и объема поступающей извне информации возможностей человека по ее осознанию и переработке (у операторов атомных станций, пилотов, водителей, студентов).

**Магнитуда** — характеристика мощности землетрясения, измеряемая в баллах по шкале Рихтера, как мера смещения поверхности на расстоянии до 100 км от эпицентра землетрясения.

**Монотония** — усталость человека от длительного выполнения однообразной работы (на конвейерной линии).

**Ноксосфера** — совокупность различных опасностей, связанных неблагоприятными для человека факторами окружающей среды.



**Ноосфера** — обобщенный результат различных видов разумной деятельности человеческой цивилизации.

**Объект безопасности** — требующие эффективной защищенности от реальных или потенциальных угроз существование и жизненно важные интересы личности (группы людей, общества, государства, мирового сообщества).

**Опасность** — существование явной или скрытой угрозы жизни, здоровью, нормальному состоянию человека (общества, государства, мирового сообщества).

**Основной обмен** — минимальные метаболические энергозатраты организма человека во время сна, в спокойном состоянии без выполнения каких-либо трудовых функций.

**Пандемия** — глобальное распространение остроинфекционных заболеваний на значительной территории большого количества государств разных континентов планеты.

**Пожаровзрывоопасность** — негативное свойство объектов инфраструктуры, связанное с возможностью возникновения на этих объектах пожаров и (или) взрывов, как особого вида чрезвычайных ситуаций, ведущих к другим ЧС или являющихся их следствием.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)** — максимально допустимое по существующим нормативам содержание в воздухе вредных или токсичных веществ, гарантированно не способное привести к какому-либо ухудшению здоровья человека.

**Рентгеновское излучение** — коротковолновое электромагнитное излучение, возникающее как следствие высоковольтного ускорения электронов в вакуумной рентгеновской трубке и «бомбардировки» ими положительно заряженного анода.

**Сенсбилизация** — неадекватное прогрессирующее развитие в организме острых аллергических реакций на повторное незначительное воздействие каких-либо химических соединений.

**Сенсорная депривация** — длительное отсутствие в окружающей человека среде внешних сигналов на его органы чувств, ведущее к опасности формирования у человека мозговых галлюцинаций.

**Среда обитания** — совокупность социальных, техногенных и природных факторов, существующих соответственно в окружающей человека обществе, техносфере и экологической системе.

**Терроризм** — политика и тактика устрашения, подавления личности (общества, государства, мирового сообщества) с помощью шантажа и насилия со стороны ограниченного круга лиц

для достижения своих узкоэгоистических целей политического, религиозного, криминального или какого-либо иного характера.

**Техносфера** — совокупность окружающих человека антропогенных объектов, полностью утрагивших свойства природной среды и основанных на применении различных видов техники и технологии.

**Угроза безопасности** — совокупность условий и факторов, создающих опасность существованию или жизненно важным интересам личности (общества, государства, мирового сообщества).

**Цунами** — одиночные или групповые поверхностные волны, распространяющиеся от подводного эпицентра землетрясения на большие расстояния и стремительно растущие по высоте вблизи суши.

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** — состояние или обстановка на определенной территории, сложившиеся в результате аварии, катастрофы, опасного явления, стихийного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или природной среде, значительные материальные потери, нарушение условий нормальной жизнедеятельности человека.

**Шаговое напряжение** — разность потенциалов грунта на расстоянии одного шага человека, приближающегося к лежащему на земле источнику мощного электрического поля (необестомному электрическому кабелю).

**Экологическая система** — существующая на определенной территории природная среда, включающая в себя весь биологический мир этой территории и физико-химические условия его обитания (биогеоценоз).

**Эпизоотия** — массовое распространение на определенной территории инфекционных, паразитарных заболеваний среди животных.

**Эпифитотия** — массовое распространение на определенной территории инфекционных, паразитарных заболеваний среди растений.

**Эпицентр землетрясения** — географические координаты точки на поверхности, находящейся непосредственно над глубинным центром землетрясения.

## **Вопросы к зачету (экзамену) по курсу «Безопасность жизнедеятельности»**

1. Базовые понятия «жизнедеятельности» и «безопасности».
2. Основные группы систем жизнедеятельности.
3. Основные категории объектов безопасности.
4. Возможные соотношения уровней угрозы и защищенности.
5. Безопасность жизнедеятельности и эффективная защищенность.
6. Структурные уровни и виды безопасности жизнедеятельности.
7. Компоненты системы «человек — среда обитания».
8. Характерные состояния системы «человек — среда обитания».
9. Понятия «гомосферы» и «ноксосферы», их соотношения.
10. Уровни формирования деятельности человека в среде обитания.
11. Принципы обеспечения безопасности жизнедеятельности.
12. Методы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека.
13. Понятие «приемлемого риска» и факторы, влияющие на него.
14. Структура расходов на безопасность жизнедеятельности.
15. Трудовая деятельность в системе «человек — среда обитания».
16. Основные группы трудовой деятельности.
17. Виды трудовой деятельности человека-оператора.
18. Комфортные и допустимые условия трудовой деятельности.
19. Энергобаланс трудовой деятельности человека.
20. Виды теплообмена в трудовой деятельности человека.
21. Основные параметры микроклимата человека.
22. Параметры освещения в жизнедеятельности человека.
23. Принципы антропометрии в жизнедеятельности человека.
24. Возможности человека по переработке информации.
25. Работоспособность и отдых в трудовой деятельности человека.
26. Критерии комфортности и безопасности человека.
27. Требования охраны труда и субъекты их выполнения.
28. Негативные факторы техносферы, опасные и вредные условия.
29. Влияние акустических (звуковых) воздействий на человека.
30. Влияние вибрационных воздействий на человека и техносферу.
31. Электромагнитные воздействия на человека и среду обитания.
32. Влияние ионизирующих (радиационных) воздействий.
33. Химические и загрязняющие воздействия техносферы.
34. Пожаровзрывоопасные воздействия на человека, среду обитания.
35. Жизненный цикл технических систем и его основные этапы.
36. Основные вероятностные характеристики технических систем.
37. Влияние контроля на безопасность технических систем.
38. Влияние ремонта на безопасность технических систем.

40. Влияние оператора на безопасность технических систем.
41. Понятие «чрезвычайной ситуации» (ЧС), основные группы ЧС.
42. Этапы развития ЧС в техногенной сфере.
43. Особенности ЧС с выбросом радиоактивных веществ.
44. ЧС с выбросом аварийно химически активных веществ (АХОВ).
45. Пожаровзрывоопасность объектов инфраструктуры.
46. Особенности транспортных и строительных ЧС.
47. Физические и биологические ЧС в природной сфере.
48. Предупреждение и противодействие ЧС в социальной сфере.
50. Структуры, силы и средства МЧС Российской Федерации.

*Учебное издание*  
**Лобачев Анатолий Иванович**  
**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
Учебник для вузов

Руководитель экономического направления *С. Г. Дарий*

Редактор *Е. Г. Баркова*

Корректор *К. И. Капаскина, Т. А. Краснова*

Компьютерная верстка *А. Н. Дубок*

Подписано в печать 24.10.07 Формат 84 108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага газетная.

Гарантия «Times Roman Cut». Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,49.

Тираж 1500 экз. Заказ № 5137

**Издательство «Высшее образование»**

140004, Московская область, г. Люберцы, 1-ый Панковский проезд, дом 1.

Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: [publish@urait.ru](mailto:publish@urait.ru). [www.urait.ru](http://www.urait.ru)



Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленных диапозитивов в ОАО «Издательско-  
полиграфическое предприятие «Правда Севера».

163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

Тел./факс (8182) 64-14-54, тел.: (8182) 65-37-65, 65-38-78, 29-20-81

[www.ippps.ru](http://www.ippps.ru), e-mail: [zakaz@ippps.ru](mailto:zakaz@ippps.ru)

*Анатолий Иванович Лобачев* — доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, специалист в области естествознания и безопасности жизнедеятельности, космической технологии и робототехники, автор более 40 печатных работ.

## Безопасность жизнедеятельности

В серию «Основы наук» входят учебники самых известных авторов, рекомендуемые Министерством образования и науки РФ и преподавателями российских вузов.

Содержание учебников соответствует требованиям государственных образовательных стандартов и по охвату тем, и по качеству учебного материала. Текст хорошо структурирован, изложен простым и доступным языком, легко и надолго запоминается.

Учебники серии — крепкий фундамент вашей будущей карьеры.

**Прекрасным дополнением гуманитарного образовательного цикла будут следующие книги:**

Возрастная психология. *Л.Ф. Обухова*

История России. *В.В. Кириллов*

История России. *М.Н. Зуев*

История философии. *Г.В. Грищенко*

Концепции современного естествознания. *А.А. Горелов*

Основные концепции естествознания. *С.Х. Карпенков*

Отечественная история. *М.Б. Некрасова*

Педагогика. *Под ред. профессора П.И. Пидкасистого*

Педагогика. *И.П. Подласый*

Психология. *Р.С. Немов*

Педагогический менеджмент. Ноу-хау в образовании. *В.П. Симонов*

Психология. *В.В. Нуркова, Н.Б. Березанская*

Психология. *О.К. Тихомиров*

Психология. *Учебник для педагогических вузов. Б.А. Сосновский*

Русский язык и культура речи. *Под ред. В.И. Максимова, А.В. Голубевой*

Социология. *Д.В. Иванов*

