

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА

Кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях»

**Г.М. Джаманкулова,  
Б.С. Ордобаев**

**БЕЗОПАСНОСТЬ  
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ  
СИТУАЦИЯХ**

**Учебное пособие**

Бишкек 2017

УДК 351/364  
ББК 68.69  
Д 40

Рецензенты:

*А.М. Мамбетов*, канд. техн. наук,  
заместитель начальника ЦУКС МЧС КР,  
*А.М. Чаргынов*, начальник службы спасения 161  
г. Бишкек МЧС КР

Рекомендовано к изданию Ученым советом ФАДиС,  
КРСУ и МЧС КР

**Джаманкулова Г.М., Ордобаев Б.С.**

Д 40 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ:  
учебное пособие / Г.М. Джаманкулова, Б.С. Ордобаев. Биш-  
кек: Изд-во КРСУ, 2017. 184 с.

ISBN 978-9967-19-360-4

Изложены теоретические основы безопасности в чрезвычайных ситуациях, основные понятия техносферы, различные виды загрязнения среды обитания, принципы безопасности жизнедеятельности. Приведены основные принципы защиты населения от опасных природных явлений и физических негативных факторов. Описаны принципы защиты объектов экономики и населения в чрезвычайных ситуациях и представлены материалы по мониторингу среды обитания. Имеются сведения по экономическим основам безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Предназначено для студентов направления «Техносферная безопасность» профиль «ЗЧС», а также для магистров, аспирантов и других научно-технических работников системы МЧС КР.

Д 1305060000-16

ISBN 978-9967-19-360-4

УДК 351/364

ББК 68.69

© КРСУ, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ .....	10
1.1. Основные принципы безопасности жизнедеятельности .....	10
1.2. Закон сохранения жизни Ю.Н. Куражковского .....	13
1.3. Основные понятия БЧС .....	15
1.4. Классификация опасностей по их воздействию на человека .....	25
1.5. Риск .....	28
1.6. Негативные факторы в системе «человек – техносфера» .....	36
1.7. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации (БСЧС) .....	39
1.8. Безопасность и устойчивое развитие .....	42
Глава 2. ЧЕЛОВЕК И ОПАСНОСТИ ТЕХНОСФЕРЫ .....	47
2.1. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и окружающую среду .....	47
2.2. Загрязнение среды обитания отходами .....	54
2.3. Энергетические загрязнения техносферы .....	69
2.4. Антропогенные опасности .....	73
2.5. Производственная среда .....	78
2.6. Роль опасностей техносферы в потере здоровья и смертности работающих и населения .....	83
Глава 3. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ .....	90
3.1. Основные принципы защиты населения .....	92
3.2. Защита человека от физических негативных факторов .....	96

3.3. Защита от шума, инфра- и ультразвука. . . . .	101
3.4. Защита от электромагнитных полей и излучений. . . . .	105
3.5. Защита от лазерного излучения. . . . .	111
3.6. Защита от ионизирующих излучений (радиации). . . . .	116
3.7. Методы и средства обеспечения электробезопасности. . . . .	119
<b>Глава 4. ЗАЩИТА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА . . . . .</b>	<b>128</b>
4.1. Виды и характеристики стихийных бедствий . . . . .	128
4.2. Основные повреждающие факторы при стихийных бедствиях. . . . .	133
4.3. Защита человека от стихийных бедствий. . . . .	135
<b>Глава 5. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ. . . . .</b>	<b>141</b>
5.1. Основные понятия об устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях . . . . .	141
5.2. Мероприятия по повышению устойчивости работы предприятий . . . . .	144
5.3. Защита объектов экономики и населения в чрезвычайных ситуациях военного времени . . . . .	149
5.4. Радиационная и химическая защита населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. . . . .	152
<b>Глава 6. МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ. . . . .</b>	<b>155</b>
6.1. Методы и средства контроля среды обитания . . . . .	157
6.2. Методы контроля энергетических загрязнений. . . . .	159
6.3. Экология электромагнитного излучения . . . . .	161
6.4. Радиационная экология . . . . .	165

Глава 7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ . . . . .	168
7.1. Методы оценки опасности в чрезвычайных ситуациях . . . . .	170
7.2. Формирование экономических механизмов обеспечения защиты объектов экономики, населения и территорий в чрезвычайных ситуациях . . . . .	174
7.3. Уровни безопасности . . . . .	175
7.4. Экономическая ответственность . . . . .	177
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	182

## ВВЕДЕНИЕ

Численность населения мира постоянно растет. Только в отдельные, короткие исторические периоды, вследствие эпидемий, стихийных бедствий, войн она временно понижалась (например, от эпидемии чумы в XIV в. погибло около 15 млн человек; от голода в XIX в. – 25 млн человек в Индии и почти, сколько же – в Китае; от «испанки» после Первой мировой войны (1914–1918 гг.) в Европе погибло около 20 млн человек; 60 млн человек погибло в двух мировых войнах, и еще более значимыми были непрямые потери человечества в связи с увеличением смертности и снижением рождаемости) [1].

На протяжении тысячелетий население увеличивалось чрезвычайно медленно, это можно объяснить плохим развитием производства и очень большой зависимостью человека от природных условий на ранних этапах истории.

Естественная среда ограничивала увеличение численности первобытных людей, основу жизни которых составляли охота, рыбалка и собирательство. До конца палеолита, по приблизительным оценкам, человек освоил меньше 1/3 современной Ойкумены (приблизительно 40 млн км<sup>2</sup>), а средняя плотность населения вряд ли превышала 8–10 человек на 100 км<sup>2</sup> [1].

Многие исследователи сходятся на точке зрения, что до конца эпохи палеолита (приблизительно 15 тыс. лет до н. э.) количество населения достигло приблизительно 3 млн человек, а до конца неолита (2 тыс. лет до н. э.) население составляло приблизительно 50 млн человек. 230 млн человек было на Земле уже в начале нашей эры, до конца 1-го тыс. н. э. – 275 млн человек, а до 1500 года увеличилась до 425 млн.

Начиная с XVII столетия темпы прироста населения мира заметно увеличились. На численности населения сказались быстрый подъем сельского хозяйства, увеличение промышленности, успехи медицины во многих западноевропейских странах (XVI–XVIII вв.) [1].

Очень быстро ускорился рост населения со второй половины XVIII в. В это время произошел первый (из статистически зафик-

сированных) и чрезвычайно сильный прыжок увеличения населения в отдельных странах Западной Европы. С 1500 по 1900 г. население мира увеличилось почти в 4 раза.

Для второй половины XIX в. характерно особенно быстрое ускорение темпов прироста населения, что объясняется понижением смертности, особенно детской.

На протяжении истории динамика численности населения мира постоянно увеличивается. В 25 раз количество населения увеличилось только за последнее тысячелетие, для первого удвоения населения понадобилось почти 600 лет, для второго – почти 250 лет, для третьего меньше 100 лет, для последнего – чуть больше 40 лет [2].

Население достигло численности 1 млрд человек приблизительно в 1820 г., 2 млрд – через 107 лет (в 1927 г.), 3 млрд – 53 года назад (в 1959 г.), 4 млрд – через 15 лет (в 1974 г.), 5 млрд – через 13 лет (в 1987 г.).

В конце 2011 г. родился 7-миллиардный житель планеты. На данный момент на Земле проживает более 7 млрд человек.

Вследствие неравномерного прироста населения доля отдельных регионов в общей численности населения мира в XIX–XX вв. сильно изменилась. Темпы прироста населения резко ускорились с середины XX в. В период с 1959 по 1992 г. численность населения увеличилась на 116,8 %.

Среднегодовой прирост в 1950–1960 гг. составил 53,3 млн человек, в 1960–1970 гг. – 66,7 млн, в 1970–1980 гг. – 70,3 млн, в 1980–1990 гг. – 86,4 млн, в 1991–1992 гг. – 92,2 млн. Это ускорение темпов увеличения населения отличается от всех предыдущих [2].

В этот период рождаемость изменилась очень значительно. Через естественный прирост численность населения многих стран и даже регионов (Африка) с 1950 по 1992 г. более чем утроилась.

***Развивающиеся страны.*** Продолжительность жизни в развивающихся странах выросла, но остается ниже, чем в странах с развитой экономикой: в Африке она составляет 53 года, в Азии – 61 год, в Латинской Америке – 67 лет.

В развивающихся странах, где сосредоточено около 77 % мирового населения, снижение смертности к началу 1990-х гг.

было вызвано главным образом достижениями в области здравоохранения, а не социальными и экономическими переменами.

Рождаемость в этих странах остается высокой, особенно в сельской местности. Например, смертность в Кении в период с 1965 по 1969 г. снизилась вдвое, а в начале 1980-х гг. рост населения в среднем составлял 3,8 % в год. Соответственно, население Кении удвоилось менее чем за 20 лет.

В развивающихся странах доля населения младше 15 лет составляет около 37 % и только 4 % приходится на жителей старше 65 лет. Для сравнения, в развитых странах население младше 15 лет составляет 22 %, а старше 65 – 11 %.

Из этого следует, что в развивающихся странах проживает большое количество детей, чей вклад в экономику минимален, а необходимые средства для их образования и здравоохранения значительны.

Развитые же страны должны помнить о постоянно увеличивающейся численности пенсионеров.

В наше время на Земле насчитывается более чем 2 тыс. народностей. Географическое распределение народонаселения неравномерное: по оценкам экспертов, на 7 % суши проживает 70 % человечества [2].

**Прогнозы.** В развитых странах с низким показателем роста населения большинство семейных пар имеют не более двух детей. Численность населения в некоторых странах сокращается. Например, в Германии на протяжении 1980-х гг. численность населения снижалась на 0,1 % в год.

Во многих развивающихся странах поощряется использование противозачаточных средств. В 14 крупнейших развивающихся странах, включая Индию и Китай, уровень воспроизводства, измеряемый количеством детей на 1 женщину, в 1970–80-х гг. снизился почти на две трети.

В 1980-х гг. в Китае прирост населения удалось снизить до 1,3 %, но поставленная задача так и не была достигнута. Большинство китайских пар хотят иметь сына, который бы поддерживал их в старости.



В течение нескольких следующих десятилетий общей тенденцией остается быстрое увеличение мирового населения, несмотря на падение рождаемости. Количество живущих на Земле людей, по прогнозам Фонда народонаселения ООН, должно было превысить 6,2 млрд к 2000 г., а к 2025 г. оно должна достигнуть отметки 8,5 млрд. Затем темпы должны замедлиться, и предполагается, что к 2120 г. мировое население составит 11,6 млрд человек. Если же сегодняшние усилия по снижению рождаемости окажутся неэффективными, цифра может достигнуть 14 млрд [2].

Предполагается, что 95 % роста населения придется на бедные страны Азии, Латинской Америки и Африки, которые такое количество людей прокормить не в состоянии. Для того чтобы стабилизировать рождаемость, уровень воспроизводства, составлявший в 1990 г. в развивающихся странах 4 новорожденных на 1 женщину, должен снизиться до 2.

Пропагандирование использования противозачаточных средств для этого недостаточно. Необходимо осуществлять экономические и социальные реформы, повышающие уровень жизни людей.

Таким образом, мы выяснили, что население всегда растет, и причем, чем дальше, тем быстрее... На нашей планете становится все больше людей, это происходит, несмотря на то, что прирост населения сократился почти в два раза.

И, конечно же, в этом вопросе, как и во многих других, есть множество мнений, множество прогнозов, включая перенаселение. Однако если население Земли сократится за счет развивающихся стран (ведь в развитых странах рост его и так снизился), то для всех, по нашему мнению, это пойдет только на пользу.

# Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

## 1.1. Основные принципы безопасности жизнедеятельности

К основным принципам безопасности жизнедеятельности относятся принцип антропоцентризма, принцип существования внешних воздействий на человека, принцип возможности создания для человека безопасной среды обитания, принцип выбора путей реализации безопасного взаимодействия человека со средой обитания, принцип отрицания абсолютной безопасности, принцип науки о БЖД (самостоятельное изучение).

*Принцип антропоцентризма.* Человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.

*Принцип существования внешних воздействий на человека.* Человеческий организм всегда может подвергаться внешнему воздействию со стороны какого-либо негативного фактора.

Принцип возможности создания для человека безопасной среды обитания. «Создание комфортной и безопасной для человека среды обитания принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека».

*Принцип выбора путей реализации безопасного взаимодействия человека со средой обитания.* Безопасное взаимодействие человека со средой обитания достигается его адаптацией к опасностям, снижением их значимости и применением человеком защитных мер.

*Принцип отрицания абсолютной безопасности.* Абсолютная безопасность человека в среде обитания недостижима.

*Принцип роста защищенности жизни человека будущего (принцип науки о БЖД).* Рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека от опасностей.

## ***Аксиомы безопасности жизнедеятельности***

К ним относятся аксиома о воздействии среды обитания на человека, аксиома об одновременном воздействии опасностей, аксиома о совокупном воздействии опасностей.

*Аксиома о воздействии среды обитания на любое живое тело.* Воздействие среды обитания на любое живое тело может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков и способность живого тела воспринимать этот поток (рисунок 1).

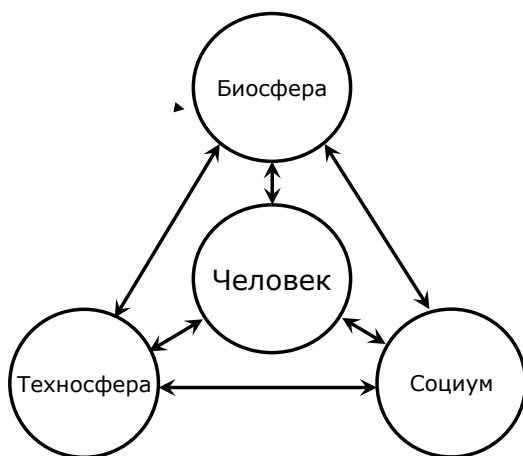


Рисунок 1 – Система «человек – среда обитания»

*Аксиома об одновременном воздействии.* Потоки вещества, энергии, информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящиеся в зоне их влияния.

*Аксиома о совокупном воздействии.* На любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания.

Среда обитания – это окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных),

способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство (рисунок 2).



Рисунок 2 – Компоненты естественной среды обитания

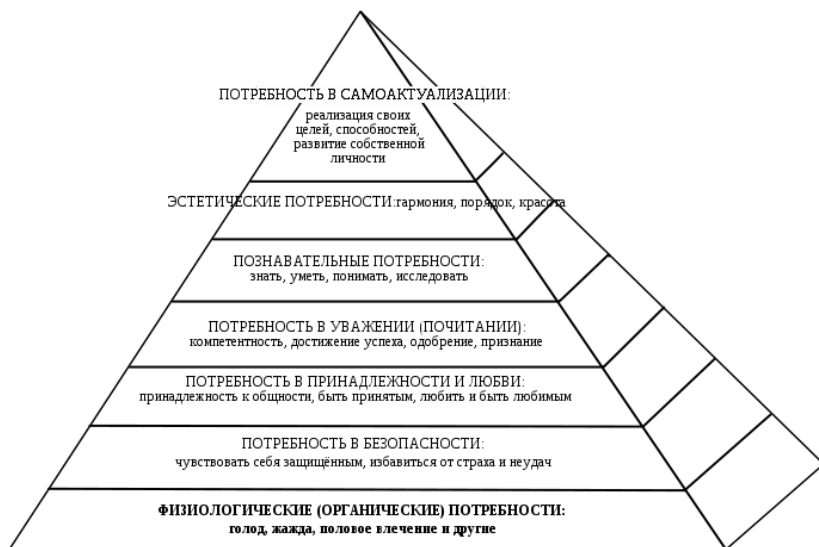


Рисунок 3 – Диаграмма иерархии потребностей человека (по А. Маслоу)

«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка» (Ф. Энгельс, «Диалектика природы»). Человек

существует в процессе жизнедеятельности, состоящем из его непрерывного взаимодействия со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей (рисунок 3).

*Принцип обязательности внешнего воздействия.* Живое тело развивается и существует только при наличии внешних воздействий на него.

## 1.2. Закон сохранения жизни Ю.Н. Куражковского

«Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации», – говорил Ю.Н. Кружковский (1923–2007), профессор, доктор биологических наук, почетный член РАЕН, создатель новой науки – природопользование, разработавший методику экологической (бесхимикатной) защиты растений в сельском и лесном хозяйстве (1952–1959 гг.).



Его деятельность охватывала многие аспекты названной науки. Это учение о заповедном деле как отрасли научно-практической деятельности (1969, 1977 гг.); система принципов развития комплексного таежного природопользования (1962–1969 гг.); метод массовых исследований, повышающий их эффективность и экономичность (1962–1977 гг.); основные положения природопользования как науки и учебного предмета (1965–1969 гг.); система основных законов экологии и пути ее практического применения (1957–1992 гг.). Им была разработана система количественных оценок экологических условий и на ее основе была создана методика составления экологических кадастров. В его трудах отражены эколого-математическая модель биосферной суши как основы территориального экологического прогнозирования (1979–1992 гг.); теория междисциплинарной всеобщей экологии (1992 г.). В 1997 г. Ю.Н. Кружковский разработал новую учебную дисциплину – «Российское Отечествоведение» Он также предложил систему мер к преодолению глобального экологического кризиса (1995–1997 гг.).

Таблица 1 – Характерные потоки масс, энергий и информации

<p><b>Основные потоки в естественной среде:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• солнечное излучение, излучение звезд и планет;</li> <li>• космические лучи, пыль, астероиды;</li> <li>• электрическое и магнитное поле Земли;</li> <li>• круговороты веществ в биосфере, экосистемах;</li> <li>• атмосферные, гидросферные и литосферные явления, в том числе и стихийные;</li> <li>• другие</li> </ul>	<p><b>Основные потоки в техносфере:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• потоки сырья, энергии;</li> <li>• потоки продукции отраслей экономики;</li> <li>• отходы экономики;</li> <li>• информационные потоки;</li> <li>• транспортные потоки;</li> <li>• световые потоки (искусственное освещение);</li> <li>• потоки при техногенных авариях;</li> <li>• другие</li> </ul>
<p><b>Основные потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (алкоголь, табак, наркотики и т. п.);</li> <li>• потоки энергии (механической тепловой, солнечной и др.);</li> <li>• информационные потоки;</li> <li>• потоки отходов процесса жизнедеятельности;</li> <li>• другие</li> </ul>	<p><b>Основные потоки в социальной среде:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т. п.);</li> <li>• людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения);</li> <li>• потоки наркотических средств, алкоголя и др.;</li> <li>• другие</li> </ul>

По его классификации в природных условиях нашей планеты существуют различные области.

*Биосфера* – природная область распространения жизни на Земле, сложная наружная оболочка Земли, населенная живыми организмами, составляющими в совокупности живое вещество планеты.

*Техносфера* – среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду (биосферу) с целью наилучшего ее соответствия социально-экономическим потребностям человека.

Для различных компонент системы «человек – среда обитания» существуют характерные потоки масс, энергий и информации (таблица 1).

### 1.3. Основные понятия БЧС

**Чрезвычайная ситуация** – обстановка, сложившаяся на определенной территории Кыргызской Республики в результате опасного природного или техногенного явления, аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, воздействия современных средств поражения, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [3].

**Предупреждение чрезвычайных ситуаций** – комплекс заблаговременно проводимых мероприятий, направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, сохранение жизни и здоровья людей, снижение размеров ущерба в случае их возникновения.

**Ликвидация чрезвычайных ситуаций** – локализация и прекращение действия факторов, вызвавших чрезвычайную ситуацию, аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба.

**Зона чрезвычайной ситуации** – территория, на которой возникла чрезвычайная ситуация.

**Безопасность в чрезвычайных ситуациях** – состояние защищенности интересов личности, общества, территорий и инфраструктуры страны от угроз, возникающих в результате воздействия чрезвычайной ситуации в мирное и военное время, обеспечивающее восстановление нормальных условий жизнедеятельности населения и функционирования производственных объектов.

**Гражданская защита** – составная часть системы общегосударственных и оборонных мероприятий, обеспечивающих в мирное и военное время защиту населения и территории Кыргызской

Республики от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и биолого-социального характера, а в военное время – от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

**Государственная система Гражданской защиты** – общегосударственная система, элементами которой являются органы управления, силы и средства государственных органов, органов местного самоуправления, общественных объединений и добровольных организаций Кыргызской Республики, выполняющая функции по защите населения и территории Кыргызской Республики в чрезвычайных ситуациях в мирное и военное время.

**Уполномоченный государственный орган Кыргызской Республики в области Гражданской защиты** (далее – уполномоченный государственный орган) – государственный орган исполнительной власти Кыргызской Республики, специально уполномоченный решать задачи в области Гражданской защиты.

**Организации** – организации (учреждения, объекты хозяйствования), имеющие объекты оборонного и экономического значения или представляющие высокую степень опасности возникновения чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

**Комиссия по Гражданской защите** – координирующий орган территориального звена государственной системы Гражданской защиты, предназначенный для организации и выполнения мероприятий по Гражданской защите на соответствующей территории.

**Служба Гражданской защиты** – организационно-техническое объединение органов управления, сил и средств государственных органов, организаций и их структурных подразделений, независимо от формы их собственности и ведомственной принадлежности (подчиненности), обладающих сходным профилем деятельности и способных к совместному проведению конкретного вида специальных мероприятий Гражданской защиты.

**Силы Гражданской защиты** – войска Гражданской защиты, подразделения Государственной противопожарной службы и невоенизированные противопожарные формирования, а также формирования Гражданской защиты.



**Войска Гражданской защиты** – воинские части и соединения уполномоченного государственного органа, специально подготовленные для решения задач Гражданской защиты в мирное и военное время.

**Формирования Гражданской защиты** – формирования, создаваемые на базе организаций по территориально-производственному принципу, владеющие специальной техникой и имуществом, подготовленные для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайных ситуациях в мирное и военное время.

**Территория, отнесенная к группе по Гражданской защите в военное время**, – территория, на которой расположен город или иной населенный пункт, имеющий важное оборонное и экономическое значение в области Гражданской защиты [3].

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация ЧС

Классификационный признак	Тип ЧС
Источник возникновения	<ul style="list-style-type: none"><li>• природные;</li><li>• техногенные;</li><li>• биолого-социальные;</li><li>• террористические;</li><li>• военные</li></ul>

**Источник ЧС** – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражений, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

**Поражающий фактор источника ЧС** – составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником ЧС и характе-

ризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

**Зона ЧС** – территория или акватория, на которой сложилась ЧС.

**Источник природной опасной ситуации (Источник ПЧС)** – опасное природное явление или процесс, в результате которого на определенной территории или акватории произошла или может возникнуть ЧС (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация ПЧС

Вид ПЧС	Опасные явления и процессы
1. Космогенная	<ul style="list-style-type: none"> <li>• падение на Землю астероидов;</li> <li>• столкновение Земли с кометами, кометными ливнями;</li> <li>• столкновение Земли с метеоритами и болидными потоками;</li> <li>• магнитные бури</li> </ul>
2. Геофизическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• землетрясения;</li> <li>• извержения вулканов</li> </ul>
3. Геологическая (экзогенная геологическая)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• оползни;</li> <li>• сели;</li> <li>• обвалы, осыпи;</li> <li>• лавины;</li> <li>• склоновые смывы;</li> <li>• просадка лёссовых пород;</li> <li>• просадка (обвалы) земной поверхности в результате карста;</li> <li>• абразия, эрозия;</li> <li>• курумы;</li> <li>• пыльные бури</li> </ul>
4. Метеорологическая и гидрометеорологическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• бури;</li> <li>• ураганы; смерчи (торнадо);</li> <li>• шквалы;</li> <li>• вертикальные вихри (потоки);</li> <li>• крупный град;</li> <li>• сильный дождь (ливень);</li> <li>• сильный снегопад;</li> <li>• сильный гололед;</li> <li>• сильный мороз;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сильная метель;</li> <li>• сильная жара;</li> <li>• сильный туман;</li> <li>• засуха;</li> <li>• суховей;</li> <li>• заморозки</li> </ul>
5. Морская гидрологическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• тропические циклоны (тайфуны);</li> <li>• цунами;</li> <li>• сильное волнение (5 баллов и выше);</li> <li>• сильное колебание уровня моря;</li> <li>• сильный тягун в портах;</li> <li>• ранний ледяной покров или припай;</li> <li>• напор льдов, интенсивный дрейф льдов;</li> <li>• непроходимый (труднопроходимый) лед;</li> <li>• обледенение судов;</li> <li>• отрыв прибрежных льдов</li> </ul>
6. Гидрологическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокие уровни воды (половодье, дождевые паводки, заторы, зазоры, ветровые нагоны);</li> <li>• низкие уровни воды;</li> <li>• ранний ледостав и преждевременное появление льда на судоходных водоемах и реках</li> </ul>
7. Гидрогеологическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• низкие уровни грунтовых вод;</li> <li>• высокие уровни грунтовых вод (подтопление)</li> </ul>
8. Природные (ландшафтные) пожары	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лесные пожары;</li> <li>• пожары степных и хлебных массивов;</li> <li>• торфяные пожары;</li> <li>• подземные пожары горючих ископаемых</li> </ul>

**Опасное природное явление** – событие природного происхождения или результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую природную среду.

**Стихийное бедствие** – разрушительное природное и/или природно-антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.

Таблица 4 – Классификация (таксономия) опасностей

Признак классификации	Вид (класс)
1. По происхождению	Естественные Техногенные Антропогенные
2. По видам потоков в жизненном пространстве	Массовые Энергетические Информационные
3. По интенсивности потоков в жизненном пространстве	Опасные Чрезвычайно опасные
4. По длительности воздействия опасности	Постоянные Переменные (в том числе периодические) Кратковременные
5. По видам зоны воздействия	Производственные Бытовые Городские (транспортные и др.) Зоны ЧС
6. По размерам зоны воздействия	Локальные Региональные Межрегиональные Глобальные
7. По степени завершенности воздействия опасности	Потенциальные Реальные Реализованные
8. По способности человека идентифицировать опасности органами чувств	Различаемые Неразличаемые
9. По воздействию на человека	Вредные Травмоопасные
10. По численности людей, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные (личные) Групповые (коллективные) Массовые

К наиболее опасным в отношении наводнений районам относятся: Верхняя и Средняя Ока, притоки Тобола, Средний и Нижний Енисей, отдельные участки Средней Лены и ее притоков, реки юга Приморского края. Здесь прибрежные территории затопляются преимущественно в период весеннего половодья с повторяемостью

1 раз в 2–3 года, а глубина затопления прибрежных территорий может превышать 3,3 м.

**Опасность** – это негативное свойство человека и компонентов окружающей среды причинять ущерб живой и неживой материи.

Опасности подразделяются на виды: по происхождению; по видам потоков в жизненном пространстве; интенсивности потоков в жизненном пространстве; длительности воздействия; видам зон воздействия; размерам зоны воздействия; степени завершенности воздействия; воздействию на человека; численности лиц, подверженных воздействию опасности.

Опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени (таблица 4).

### **Классификация опасностей по происхождению**

По происхождению опасности классифицируются на естественные, техногенные и антропогенные.

*Естественные опасности* обусловлены климатическими и природными явлениями. Возникают при изменении погодных условий, естественной освещенности в биосфере, а также зависят от природных явлений, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т. д.).

Негативное воздействие на человека и среду обитания, к сожалению, не ограничивается естественными опасностями. Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т. п.), генерируя в среде обитания техногенные и антропогенные опасности.

*Техногенные опасности* создают элементы техносферы – машины, сооружения, вещества и т. п.

Под техногенной опасностью понимается такое состояние техносферных комплексов и их составляющих, при котором возможны аварии и катастрофы на промышленных и других объектах, и угроза жизненно важным элементам личности, обществу и окружающей природной среде становится реальной.

В настоящее время перечень реально действующих техногенных опасностей значителен и включает более 100 видов. К наиболее распространенным, имеющим достаточно высокий уровень опасности, относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, электрический ток, падающие предметы, движущиеся машины и механизмы, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха (температура, влажность, подвижность воздуха, давление), недостаточное и неправильное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд и др.

В быту нас сопровождает большая гамма негативных факторов:

- воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих устройств;
- вода с избыточным содержанием вредных примесей;
- недоброкачественная пища;
- шум, инфразвук;
- вибрации;
- электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств;
- ионизирующие излучения (естественный фон, медицинские обследования, фон от строительных материалов, излучения приборов, предметов быта);
- медикаменты при избыточном и неправильном потреблении;
- алкоголь;
- табачный дым;
- бактерии;
- аллергены и др.

*Антропогенные опасности* возникают в результате ошибочных и несанкционированных действий человека или групп людей.

По статистике около 45 % аварийных ситуаций на АЭС, 80 % авиакатастроф и катастроф на море, а также до 85 % ДТП происходит из-за неправильных действий людей.

## **Классификация опасностей по длительности воздействия**

По длительности воздействия опасности классифицируются на постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные.

*Постоянные* (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных и бытовых помещениях, его нахождением в городской среде или в промышленной зоне.

*Переменные* опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортно-магистральной; вибрация от транспортных средств и т. п.

*Импульсное*, или кратковременное воздействие опасности характерно для аварийных ситуаций, а также для залповых выбросов, например, при пусках ракет. Многие стихийные явления (гроза, сход лавин и т. п.) также относятся к этой категории опасностей.

## **Классификация опасностей по степени завершенности воздействия опасности**

По степени завершенности воздействия опасности классифицируются как потенциальные, реальные и реализованные.

*Потенциальная (скрытая)* опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности шума и горючих веществ для человека. Многие из опасностей носят скрытый (потенциальный) характер и их необходимо обнаружить (идентифицировать). Под идентификацией опасностей понимают процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности.

*Реальная опасность* – это угроза реализации опасности в конкретной точке пространства. Реальная опасность координирована в пространстве и во времени.

### **Примеры:**

1. Склад горюче-смазочных материалов – всегда реально опасен.

2. Движущаяся по шоссе цистерна с надписью «Огнеопасно» представляют собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только цистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

**Реализованная опасность** – факт воздействия реальной опасности на человека и/или среду обитания, приведшей к потере здоровья или летальному исходу человека, материальным потерям. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и/или возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Потенциальные опасности реализуются в определенных условиях, которые называются причинами. Причины характеризуют совокупность обстоятельств, в результате которых опасности проявляются и вызывают те или иные нежелательные последствия.

Превращение потенциальной опасности в реальную происходит в результате протекания процесса: опасность → причины → нежелательные последствия.

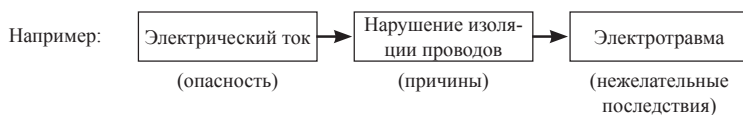


Рисунок 4 – Процесс протекания опасности

Реализованные опасности принято разделять на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

*Происшествие* – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам.

*Чрезвычайное происшествие (ЧП)* – событие, происходящее обычно кратковременно и обладающее высоким уровнем



негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

*Авария* – происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно.

*Катастрофа* – происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

*Стихийное бедствие* – происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, гибели или потери здоровья людей.

В результате возникновения ЧП на объектах экономики, в регионах и на иных территориях могут возникать чрезвычайные ситуации.

*Чрезвычайная ситуация (ЧС)* – состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для группы людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

#### **1.4. Классификация опасностей по их воздействию на человека**

По воздействию на человека опасности классифицируются как вредные и травмоопасные.

**Вредный фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

К наиболее распространенным вредным факторам можно отнести:

- повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха (температура, влажность, подвижность воздуха, давление);
- недостаточное и неправильное освещение;
- повышенные уровни шума, вибрации, электромагнитных излучений, радиации;
- загрязненность воздуха пылью, вредными газами, вредными микроорганизмами, бактериями, вирусами;

- тяжелый физический труд;
- монотонность деятельности;
- загрязненность питьевой воды вредными примесями;
- недоброкачественная пища;
- медикаменты при избыточном и неправильном потреблении.

Длительное воздействие на человека вредных факторов может привести к профессиональному/региональному заболеванию.

**Профессиональное заболевание** – это хроническое или острое заболевание работающего, причиной которого явилось воздействие на него вредных производственных факторов в процессе трудовой деятельности. Например, длительное воздействие вибрации может вызвать виброболезнь, шума – тугоухость, радиации – лучевую болезнь и т. д.

**Региональное заболевание** – это хроническое или острое заболевание человека, причиной которого явилось воздействие на него вредных факторов среды обитания (прежде всего городской/бытовой среды).

**Травмирующий (травмоопасный) фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

**Травма** – это повреждение тканей организма и нарушение его (организма) функций, вызванное действием факторов внешней среды.

В зависимости от вида травмирующего фактора используют следующую классификацию травм:

- механические (нарушение целостности тканей и органов);
- термические (ожоги, обморожения);
- химические (вызванные воздействием химических веществ);
- баротравмы (в связи с быстрым изменением давления атмосферного воздуха);
- электротравмы (вызванные воздействием электрического тока);
- психические (вызванные тяжелым психологическим потрясением, например, в результате гибели на глазах коллеги по работе) и т. д.

Различают производственные и бытовые травмы.

*Производственная травма* – травма, полученная в процессе трудовой деятельности на производстве.

*Бытовая травма* – повреждения в организме человека, не связанные с работой (поездкой на работу или с работы, выполнением своих непосредственных производственных обязанностей или действий по заданию руководства).

### **Понятие «безопасность объекта и зоны защиты»**

Система безопасности – это совокупность взаимосвязанных и определенным образом упорядоченных элементов, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационные, технические, методические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и иные средства и мероприятия для целей обеспечения безопасности (таблица 5).

Таблица 5 – Системы безопасности человека

Система безопасности	Объект защиты	Опасности, поле опасностей
Безопасность (охрана) труда	Человек Группа людей	Опасности среды деятельности людей
Защита в чрезвычайных ситуациях	Человек Группа людей Техносфера Природная среда Материальные ресурсы	Естественные, техногенные и антропогенные чрезвычайные опасности
Охрана окружающей среды	Городские и иные селитебные зоны Природная среда и ее ресурсы	Опасности техносферы Антропогенные опасности

В последние годы развивается и набирает силу новая интегральная система обеспечения безопасности людей – «Безопасность жизнедеятельности человека в техносфере», которая решает задачу комплексного обеспечения безопасности в системе «человек – среда обитания» для техносферных условий обитания.

Достижение безопасности человека в техносфере – задача как индивидуального, так и всенародного масштаба, задача, непосредственно связанная как с действиями каждого человека в сфере деятельности, быта и отдыха, так и с действиями руководителей производственных процессов, отраслей экономики и государства (рисунок 5).

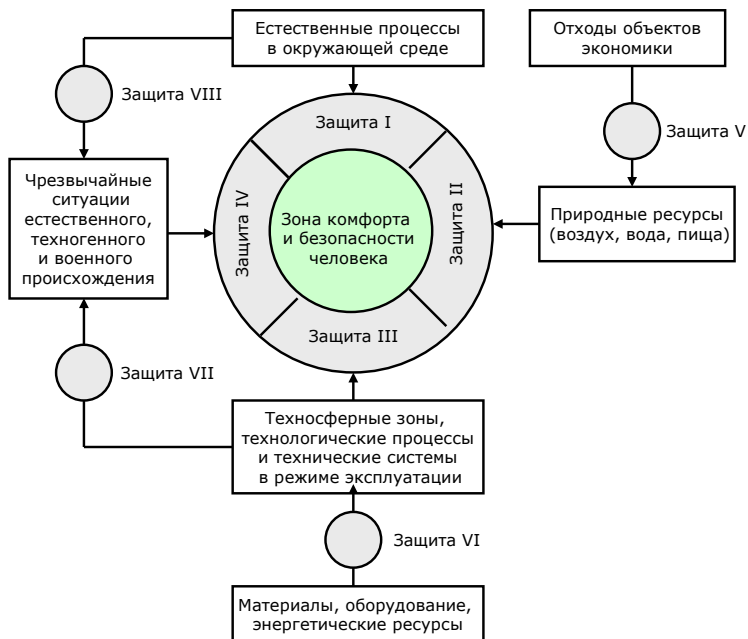


Рисунок 5 – Структура этой системы защиты человека от опасностей в зонах его деятельности

## 1.5. Риск

*Разновидности и характеристики. Измерение риска. Экологический, профессиональный, индивидуальный, коллективный, социальный, приемлемый, мотивированный, немотивированный риск. Современные уровни риска опасных событий.*

## Методические подходы к определению риска

1. Инженерный, опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности.

2. Модельный, основанный на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальные, профессиональные группы и т. п.

3. Экспертный, когда вероятность событий определяется на основе опроса опытных специалистов, т. е. экспертов.

4. Социологический, основанный на опросе населения.

Перечисленные методы отражают разные аспекты риска. Поэтому применять их нужно в комплексе (таблицы 6–11).

Таблица 6 – Классификация и характеристика видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы и объекты (ТСиО)	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации ТСиО	Авария, взрыв, пожар, разрушение
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Социальный	Социальные группы	Чрезвычайная ситуация, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

В зависимости от соотношения объектов риска и нежелательных событий различают следующие виды риска:

- индивидуальный;
- технический;
- экологический;
- социальный;
- экономический.

Таблица 7 – Источники и факторы индивидуального риска

Источник индивидуального риска	Наиболее распространенные факторы риска смерти
Внутренняя среда организма человека	Наследственно-генетические, психосоматические заболевания, старение
Виктимность*	Совокупность личностных качеств человека как жертвы потенциальных опасностей
Привычки	Курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание
Социальная экология	Некачественные воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции; бытовые травмы; пожары
Профессиональная деятельность	Опасные и вредные производственные факторы
Транспортные сообщения	Аварии и катастрофы транспортных средств, их столкновения с человеком
Непрофессиональная деятельность	Опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями
Социальная среда	Вооруженный конфликт, преступление, суицид, убийство
Окружающая природная среда	Землетрясение, извержение вулканов, наводнение, оползни, ураган и другие стихийные бедствия

Примечание. \* – Виктимность – повышенная способность человека в силу некоторых качеств (духовных, физических и профессиональных) становиться при определенных обстоятельствах объектом преступления.

**Технический риск ( $R_m$ )** – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации

Таблица 8 – Индивидуальный риск гибели в год, обусловленный различными причинами (по данным, относящимся ко всему населению США)

Причины	R	Причины	R
Автомобильные аварии	$2,1 \cdot 10^{-4}$	Железные дороги	$9,1 \cdot 10^{-6}$
Несчастные случаи на производстве	$1,5 \cdot 10^{-4}$	Гражданская авиация	$8,0 \cdot 10^{-6}$
Убийства	$9,3 \cdot 10^{-5}$	Морской флот	$7,8 \cdot 10^{-6}$
Падение	$7,4 \cdot 10^{-5}$	Отравление газами	$7,8 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3,7 \cdot 10^{-5}$	Катание на лодках	$6,6 \cdot 10^{-6}$
Пожары	$3,0 \cdot 10^{-5}$	Удары молний	$5,7 \cdot 10^{-7}$
Отравление твердыми и жидкими ядами	$1,7 \cdot 10^{-5}$	Ураганы	$4,2 \cdot 10^{-7}$
Удушение	$1,3 \cdot 10^{-5}$	Смерчи	$4,2 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие (спорт)	$1,1 \cdot 10^{-5}$	Укусы насекомых и животных	$2,2 \cdot 10^{-7}$

технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_m = \frac{\Delta T}{T}, \quad (1)$$

где  $\Delta T$  – число аварий за единицу времени на идентичных системах и объектах;

$T$  – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска.

Источники и факторы технического риска приведены в таблице 8.

**Экологический риск ( $R_э$ )** выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия. Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$$R_э = \frac{\Delta Э}{Э}, \quad (2)$$

где  $\Delta Э$  – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени;

Таблица 9 – Источники и факторы технического риска

Источник технического риска	Наиболее распространенные факторы технического риска
Низкий уровень научно-исследовательских работ	Ошибочный выбор направления развития техники и технологии по критериям безопасности
Низкий уровень опытно-конструкторских работ	Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия технических схем. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок. Неправильный выбор конструкционных материалов. Недостаточный запас прочности. Отсутствие в проектах технических средств безопасности
Опытное производство новой техники	Некачественная доводка конструкции, технологии, документации по критериям безопасности
Серийный выпуск небезопасной техники	Отклонение от заданного химического состава конструкционных материалов. Недостаточная точность конструктивных размеров. Нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей. Нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин
Нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем	Использование техники не по назначению. Нарушение паспортных (проектных) режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требований транспортирования и хранения
Ошибки персонала	Слабые навыки действия в сложной ситуации. Неумение оценивать информацию о состоянии процесса. Слабое знание сущности происходящего процесса. Отсутствие самообладания в условиях стресса. Недисциплинированность



Э – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска можно оценивать процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий к общей площади рассматриваемой экосистемы.

Источники и факторы экологического риска приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Источники и факторы экологического риска

Источник экологического риска	Наиболее распространенные факторы экологического риска
Антропогенное вмешательство в природную среду	Разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; истребление лесных массивов
Техногенное влияние на окружающую природную среду	Загрязнение водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами; почвы – отходами производства; изменение газового состава воздуха; энергетическое загрязнение биосферы
Природное явление	Землетрясение, извержение вулканов, наводнение, ураган, ландшафтный пожар, засуха

**Социальный риск ( $R_c$ )** (точнее групповой риск) характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений, снижающих качество жизни людей. По существу – это риск для группы или сообщества людей. Оценить его можно, например, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек соответствующей группы

$$R_c = \frac{1000 \cdot (C_2 - C_1)}{L} \cdot t, \quad (3)$$

где  $C_1$  – число умерших в единицу времени (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения, например до развития чрезвычайных событий;

$C_2$  – смертность в той же группе людей в конце периода наблюдения, например на стадии затухания чрезвычайной ситуации;

$L$  – общая численность исследуемой группы.

Источники и наиболее распространенные факторы социального риска приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Источники и факторы социального риска

Источники социального риска	Наиболее распространенные факторы социального риска
Урбанизация экологически неустойчивых территорий	Поселение людей в зонах возможного за-топления, образования оползней, селей, ландшафтных пожаров, извержения вулканов, повышенной сейсмичности региона
Промышленные технологии и объекты промышленной опасности	Аварии на АЭС, ТЭС, химических комбинатах, продуктопроводах и т. п. Транспортные катастрофы. Техногенное загрязнение окружающей среды
Социальные и военные конфликты	Боевые действия. Применение оружия массового поражения
Эпидемии	Распространение вирусных инфекций
Снижение качества жизни	Безработица, голод, нищета. Ухудшение медицинского обслуживания. Низкое качество продуктов питания, неудовлетворенные жилищно-бытовые условия

Экономический риск ( $R_{эж}$ ) характеризует в процентах соотношение экономических эквивалентов выгоды и вреда от рассматриваемого вида деятельности:

$$R_{эж} = \frac{B_1}{B_2} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $B_1$  – вред обществу от рассматриваемого вида деятельности;  
 $B_2$  – полученная выгода.

В общем виде:

$$B_1 = Z_B + Y, \quad (5)$$

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

Чистая выгода, польза  $\Pi$ , т. е. сумма всех выгод (в стоимостном выражении), получаемая обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$\Pi = D - Z_{\Pi} - B_1 > 0 \text{ или } \Pi = D - Z_{\Pi} - Z_B - Y > 0, \quad (6)$$

где  $D$  – общий доход, получаемый от рассматриваемого вида деятельности;

$Z_{\Pi}$  – основные производственные затраты.

Формула экономически обоснованной безопасности жизнедеятельности имеет вид

$$Y < D - (Z_n + Z_B). \quad (7)$$

Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается  $10^{-6}$  в год. Пренебрежимо малым считается индивидуальный риск гибели  $10^{-8}$  в год. Иными словами, вероятность гибели человека в течение года не должна превышать одного случая на миллион. Это примерно соответствует риску гибели людей от природных опасностей.

Неприемлемый риск имеет вероятность реализации негативно-го воздействия более  $10^{-3}$ . При значениях риска от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  принято различать переходную область значений риска (таблицы 12, 13).

Таблица 12 – Характерные значения риска естественной и принудительной смерти людей от воздействий условий жизни и деятельности

Причины возникновения риска	Величина риска, в год	Зона риска
Сердечно-сосудистые заболевания	$3,4 \cdot 10^{-3}$	Зона неприемлемого риска
Злокачественные опухоли	$1,6 \cdot 10^{-3}$	
Автомобильные аварии	$10^{-3}$	
Несчастные случаи на производстве	$10^{-4}$	Переходная зона
Аварии на ж/д, водном и воздушном транспорте; пожары и взрывы	$10^{-5}$	
Проживание вблизи ТЭС (при нормальном режиме работы)	$10^{-6}$	
Все стихийные бедствия	$10^{-7}$	Зона приемлемого риска
Проживание вблизи АЭС (при нормальном режиме работы)	$10^{-8}$	

Таблица 13 – Величины профессиональных рисков

Профессия	Величина риска, в год	Зона риска
Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности	$10^{-4}$	Переходная зона
Шахтеры, металлурги, судостроители, строители	$10^{-4} \dots 10^{-3}$	
Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы	$10^{-3} \dots 10^{-2}$	Зона неприемлемого риска
Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов	$10^{-2}$	

## 1.6. Негативные факторы в системе «человек – техносфера»

### Техногенные чрезвычайные ситуации (ТЧС)

**Источник ТЧС** – опасное техногенное происшествие, в результате которого на объекте, определенной территории или акватории произошла ТЧС ( таблица 14).

К опасным техногенным происшествиям относят аварии на промышленных объектах или на транспорте, пожары, взрывы или высвобождение различных видов энергии.

**Авария** – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

**Катастрофа** – крупная авария, как правило, с человеческими жертвами. По принятой в мире классификации катастроф по числу пострадавших лиц незначительными считаются катастрофы, при которых число пострадавших не превышает 25 человек, средними – если пострадали 100 и более человек, в крупной катастрофе гибнут или получают травмы 1000 и более человек.

Таблица 14 – Классификация ТЧС

Вид ТЧС	Опасные техногенные события
<p>1. Транспортные аварии (катастрофы)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии грузовых железнодорожных поездов;</li> <li>• аварии пассажирских поездов, поездов метрополитена;</li> <li>• аварии (катастрофы) на автомобильных дорогах (крупные автодорожные катастрофы);</li> <li>• аварии транспорта на мостах, в туннелях и железнодорожных переездах;</li> <li>• аварии на магистральных трубопроводах;</li> <li>• аварии грузовых судов (на море и реках);</li> <li>• аварии (катастрофы) пассажирских судов (на море и реках);</li> <li>• аварии (катастрофы) подводных судов;</li> <li>• авиационные катастрофы в аэропортах и населенных пунктах;</li> <li>• наземные аварии (катастрофы) ракетных космических комплексов;</li> <li>• орбитальные аварии космических аппаратов</li> </ul>
<p>2. Пожары и взрывы, угроза взрывов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов;</li> <li>• пожары (взрывы) на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;</li> <li>• пожары (взрывы) на транспорте;</li> <li>• пожары (взрывы) в шахтах, подземных и горных выработках, метрополитенах;</li> <li>• пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социально-бытового и культурно-бытового назначения;</li> <li>• пожары (взрывы) на химически опасных объектах;</li> <li>• пожары (взрывы) на радиационно опасных объектах;</li> <li>• обнаружение неразорвавшихся боеприпасов;</li> <li>• утрата взрывчатых веществ (боеприпасов);</li> <li>• подземные пожары и взрывы горючих ископаемых</li> </ul>

<p>3. Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ при их производстве, переработке или хранении (захоронении);</li> <li>• аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) АХОВ;</li> <li>• образование и распространение опасных химических веществ в процессе химических реакций, начавшихся в результате аварии;</li> <li>• аварии с химическими боеприпасами;</li> <li>• утрата источников химически опасных веществ</li> </ul>
<p>4. Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии на АЭС, атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения с выбросом (угрозой выброса) РВ;</li> <li>• аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ на предприятиях ядерно-топливного цикла;</li> <li>• аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками и грузом РВ на борту;</li> <li>• аварии при промышленных и испытательных ядерных взрывах с выбросом (угрозой выброса) РВ;</li> <li>• аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения или установки;</li> <li>• утрата радиоактивных источников</li> </ul>
<p>5. Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ (БОВ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аварии с выбросом (угрозой выброса) БОВ на предприятиях промышленности и в научно-исследовательских учреждениях (лабораториях);</li> <li>• аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) БОВ;</li> <li>• утрата БОВ</li> </ul>
<p>6. Гидродинамические аварии</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с образованием волн прорыва и зон катастрофических затоплений;</li> <li>• прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с образованием прорывного паводка;</li> <li>• прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек), повлекшие смыв плодородных почв или отложение наносов на обширных территориях</li> </ul>

7. Внезапное обрушение зданий и сооружений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обрушение производственных зданий и сооружений;</li> <li>• обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения;</li> <li>• обрушение элементов транспортных коммуникаций</li> </ul>
8. Аварии на электроэнергетических объектах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии на автономных электростанциях с долговременным перерывом электроснабжения всех потребителей;</li> <li>• аварии на электроэнергетических системах (сетях) с долговременным перерывом электроснабжения основных потребителей или обширных территорий;</li> <li>• выход из строя транспортных электрических контактных сетей</li> </ul>
9. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ;</li> <li>• аварии на тепловых сетях (система горячего водоснабжения) в холодное время;</li> <li>• аварии в системах водоснабжения населения питьевой водой;</li> <li>• аварии на коммунальных газопроводах</li> </ul>
10. Аварии на промышленных очистных сооружениях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;</li> <li>• аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ</li> </ul>

### 1.7. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации (БСЧС)

**Источник БСЧС** – особо опасная или широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, в результате которой на определенной территории произошла или может возникнуть БСЧС.

**Особо опасная инфекция** – состояние зараженности организма людей или животных, проявляющееся в виде инфекционной

болезни, прогрессирующей во времени и пространстве и вызывающей тяжелые последствия для здоровья людей и сельскохозяйственных животных либо летальные исходы.

**Инфекционные болезни** – заболевания, вызываемые патогенными микро- и макроорганизмами (вирусами, риккетсиями, бактериями, простейшими, гельминтами, членистоногими), которые передаются от зараженного человека или животного здоровому. Каждая инфекционная болезнь вызывается особым возбудителем.

**Возбудитель инфекционной болезни** – патогенный микроорганизм, эволюционно приспособившийся к паразитированию в организме человека или животного и потенциально способный вызвать заболевание инфекционной болезнью.

**Источник возбудителя инфекционной болезни** – организм зараженного человека или животного, в котором идет естественный процесс сохранения, размножения и выделения во внешнюю среду возбудителя инфекционной болезни.

Классификация биолого-социальных ЧС, построенная по возрастанию степени количественного выражения интенсивности (напряженности) инфекционного процесса и охвату территорий, приведена в таблице 15. Для этого используются греческие приставки: *en* – в (внутри), *epi* – над, *pan* – все (всеобщий) к словам *démos* – народ, *zoon* – животное, *phyton* – растение.

**Эндемия** – постоянное наличие какого-либо инфекционного заболевания людей на определенной территории. Этот термин не определяет масштабы распространения инфекционной болезни, а только указывает, что источник находится в данной местности или стране. Эндемические болезни связаны с природой – здесь они существуют веками (независимо от человека) из-за непрерывной циркуляции возбудителя из организма одного животного в организм другого. В циркуляции и сохранении возбудителя важная роль принадлежит кровососущим насекомым и клещам. Человек заболевает, если попадает в этот природный район.

**Эпидемия** – массовое, прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни людей, значительно превышающее обычно



Таблица 15 – Классификация биолого-социальных чрезвычайных ситуаций

Вид БСЧС	Опасные проявления
1. Инфекционная заболеваемость людей	<ul style="list-style-type: none"> <li>• единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний;</li> <li>• эндемия;</li> <li>• групповые случаи опасных инфекционных заболеваний;</li> <li>• эпидемическая вспышка;</li> <li>• эпидемия;</li> <li>• пандемия;</li> <li>• инфекционные заболевания людей невыясненной этиологии</li> </ul>
2. Инфекционная заболеваемость животных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний;</li> <li>• энзоотия;</li> <li>• эпизоотия;</li> <li>• панзоотия;</li> <li>• инфекционные заболевания животных невыявленной этиологии</li> </ul>
3. Болезни и вредители растений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• энфитотия;</li> <li>• прогрессирующая эпифитотия;</li> <li>• панфитотия;</li> <li>• массовые распространения вредителей растений;</li> <li>• болезни растений невыявленной этиологии</li> </ul>

регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости. Характеризуется массовым распространением одноименных инфекционных заболеваний, при этом отдельные группы заболеваний (очаги, вспышки) связаны между собой общими источниками инфекции или путями распространения. Например, водная эпидемия брюшного тифа и холеры.

**Пандемия** – необычайно сильная эпидемия, охватывающая большое количество людей на территории, обычно выходящей за границы одного государства.

**Энзоотия** – одновременное распространение инфекционной болезни среди сельскохозяйственных животных в определенной

местности, хозяйстве или пункте, природные и хозяйственно-экономические условия которых исключают повсеместное распространение данной болезни.

**Эпизоотия** – одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости. Эпизоотии свойственно нарастание числа случаев болезни (массовость), общность источника возбудителя инфекции, одновременность поражения, определяемая длительностью инкубационного периода и территориальной близостью отдельных случаев болезни, поэтому возможна передача возбудителя от источника (между отдельными случаями болезни прослеживается эпизоотологическая связь).

**Панзоотия** – массовое одновременное распространение инфекционной болезни сельскохозяйственных животных с высоким уровнем заболеваемости на огромной территории с охватом целых регионов, нескольких стран и материков.

**Энфитотия** – массовое заболевание растений, которое проявляется на одной и той же территории и в течение ряда лет имеет незначительные колебания.

**Эпифитотия** – массовое, прогрессирующее во времени и пространстве инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений и/или резкое увеличение численности вредителей растений, сопровождающееся массовой гибелью сельскохозяйственных культур и снижением их продуктивности.

**Панфитотия** – массовое заболевание и резкое увеличение вредителей сельскохозяйственных растений на территории нескольких стран или континентов.

## **1.8. Безопасность и устойчивое развитие**

*Безопасность как одна из основных потребностей человека. Значение безопасности в современном мире. Безопасность и демография.*

Прежде всего, каждому виду живых существ  
природа даровала стремление защищаться,  
защищать свою жизнь.

*Цицерон*

Безопасность является одной из основных потребностей человека. Ее значение имеет очень большое значение, особенно сегодня, когда население планеты увеличивается высокими темпами. Человечеству угрожают различные опасности, начиная с глубокой древности (таблица 16, рисунки 6, 7). Это естественные, антропогенные и техногенные угрозы.

Таблица 16 – Развитие мира опасностей

Период эволюционного развития (годы)	Численность населения, млн человек	Виды опасностей и их уровень
Собирательство, охота (700 000 – 12 000 лет до н. э.)	< 10	Естественные – обычный уровень
Сельское хозяйство и аграрная цивилизация (12 000 лет до н. э. – середина XIX в.)	10–1000	Естественные – обычный уровень. Антропогенные – низкий уровень. Техногенные – следы
Переходный (середина XIX в. – 1930-е гг.)	1000–2000	Естественные – обычный уровень. Антропогенные – низкий уровень. Техногенные – низкий уровень
Научно-техническая революция (1930–2000)	2000–6000	Естественные – обычный уровень с некоторым ростом. Антропогенные – высокий уровень Техногенные – высокий уровень



Рисунок 6 – Периоды деятельности и рост численности населения Земли в историческом развитии

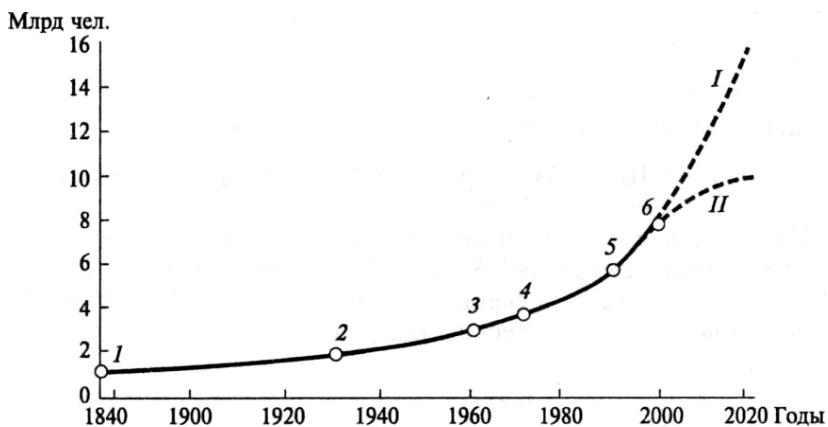


Рисунок 7 – Рост численности населения Земли

*I вариант* – неустойчивое развитие (к концу XXI в. возможен рост численности до 28–30 млрд чел.). В этих условиях Земля уже не сможет (при современном состоянии технологий) обеспечить население достаточным питанием и предметами первой необходимости.

*II вариант* – устойчивое развитие (численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд чел.).

Рост населения Земли увеличивается с каждым годом. Небывальными темпами развиваются наука и техника. И каждое новое

открытие несет в себе скрытую угрозу, поскольку человек не задумывается о последствиях своих открытий и пытается применить их, не просчитывая последствия (таблицы 17, 18, рисунок 8).

Таблица 17 – Динамика численности населения мира

Год	1840	1930	1962	1975	1987	1999	2011
Численность населения, млрд чел.	1	2	3	4	5	6	7
Период прироста, лет/1 млрд чел.	500 000	90	32	13	12	12	12

Таблица 18 – Этапы и показатели развития техносферы в XX веке

Период времени развития техносферы, годы	Основные наименования признаков этапа развития	Передовые страны
1900–1950	Электрический двигатель, ТЭС, сталь	США, Германия
1950–1980	Нефть, газ, ДВС, АЭС, авиация, космонавтика	СССР, США
1980–2000	ЭВМ	Япония, США

### Энергия, кВт

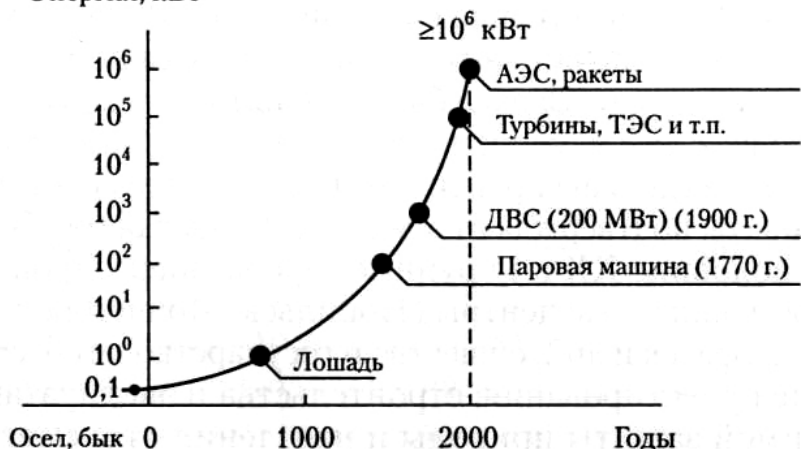


Рисунок 8 – Уровни энергии, которыми владеет человек

В 1983 г. из-за растущей озабоченности «по поводу быстрого ухудшения состояния окружающей среды, человека и природных ресурсов и последствий ухудшения экономического и социального развития» ООН была создана Международная комиссия по окружающей среде и развитию (WCED). В 1987 г. в докладе «Наше общее будущее» Комиссия уделила основное внимание необходимости «устойчивого развития», при котором *«удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности»*. Эта формулировка понятия «устойчивое развитие» сейчас широко используется в качестве базовой во многих странах.

Основные пути достижения устойчивого развития:

- стабилизация численности населения на Земле, отдельных ее регионов;
- формирование у человека нового подхода к взаимодействию с природой – рационального природопользования (рационально обоснованного использования природных ресурсов, их паспортизации, введения платы за ресурсы; утилизация отходов);
- всемерное сдерживание развития техносферы – совокупности средств, способных быть источниками возникновения потенциальных опасностей для человека и природы;
- создание информосферы, способной рационально управлять потоками веществ и энергии в пространстве и во времени.

## Глава 2. ЧЕЛОВЕК И ОПАСНОСТИ ТЕХНОСФЕРЫ

### 2.1. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и окружающую среду

Элементы техносферы создают техногенные опасности, возникающие при загрязнении окружающей среды различными отходами и потоками энергий. Зоны действия техногенных опасностей распространяются на регионы техносферы и примыкающие к ним природные зоны, на территории и помещения объектов экономики, на транспортные, городские и селитебные зоны. В отдельных случаях техногенные опасности проявляются на межрегиональном и глобальном уровнях.

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно изменяла свой облик, и, как следствие, мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так продолжалось до середины XIX в.— начала активного роста воздействия человека на среду обитания. В XX в. на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к частичной, а в ряде случаев и к полной региональной деградации.

Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация;
- рост потребления и концентрация энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта;
- рост затрат на военные цели и ряд других процессов.

*Демографический взрыв.* Достижения в медицине, повышение комфортности деятельности и быта, интенсификация и рост продуктивности сельского хозяйства во многом способствовали увеличению продолжительности жизни человека и, как следствие, росту населения Земли.

Одновременно с ростом продолжительности жизни в ряде регионов мира рождаемость продолжала оставаться на высоком уровне и составляла в некоторых из них до 40 человек в год и более

на 1000 человек. Высокий уровень прироста населения характерен для стран Африки, Центральной Америки, Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, Индии, Китая. Статистические данные о численности населения Земли и тенденции его изменения показаны на рисунке 9.

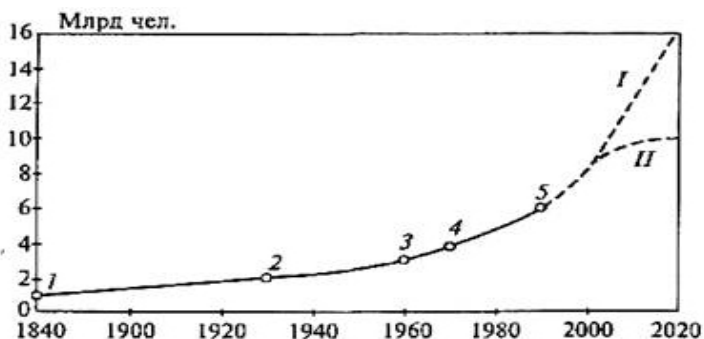


Рисунок 9 – Рост численности населения Земли:

I – рост численности до 28–30 млрд чел. к 2070–2100 гг.; II – стабилизация численности на уровне 1 млрд чел.

Вероятные изменения численности населения в некоторых регионах мира приведены ниже в таблице 19 (млрд чел./доля, %):

Таблица 19 – Вероятные изменения численности населения в некоторых регионах мира

Регион	1950	2025
Европа и Северная Америка	0,83/32	1,3/15,7
Азия	1,37/53	4,9/57
Африка	0,17/9	1,6/18,3
Латинская Америка	0,22/6	0,76/9
Итого, млрд чел.	2,59	8,56

Существует несколько прогнозов дальнейшего изменения численности населения Земли (см. рисунок 9). По I варианту (неустойчивое развитие) к концу XXI в. возможен рост численности до 28–30 млрд человек. В этих условиях Земля уже не сможет (при современном состоянии технологий) обеспечивать население достаточным питанием и предметами первой необходимости. С определенного периода начнутся голод, массовые заболевания,



деградация среды обитания и, как следствие, резкое уменьшение численности населения и разрушение человеческого сообщества. Уже в настоящее время в экологически неблагоприятных регионах наблюдается связь между ухудшением состояния среды обитания и сокращением продолжительности жизни, ростом детской смертности.

По II варианту (устойчивое развитие) численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд человек, что при существующем уровне развития технологий жизнеобеспечения будет соответствовать удовлетворению жизненных потребностей человека и нормальному развитию общества.

*Урбанизация.* Одновременно с демографическим взрывом идет процесс урбанизации населения планеты. Этот процесс имеет во многом объективный характер, ибо способствует повышению производительной деятельности во многих сферах, одновременно решает социальные и культурно-просветительские проблемы общества. В городах мира, по представленным ООН данным, отмечен рост населения в разные годы (таблица 20):

Таблица 20 – Население мира

Год	1880	1950	1970	1990	2000
Городское население, %	1,7	13,1	37	42	47

К 2000 г. в Северной Америке урбанизировано около 75 % населения, в Российской Федерации к 1995 г. – 76 %.

Интенсивно растут крупные города: в 1959 г. в СССР было только три города-миллионера, а в 1984 г. – 22. В обозримом будущем в мире появятся мегаполисы с численностью населения 25–30 млн человек. Десятка мировых урбанистических лидеров выглядит сегодня следующим образом (таблица 21).

По данным переписи населения (2002 г.), его численность в Москве составила 10 млн 100 тыс. человек.

Урбанизация непрерывно ухудшает условия жизни в регионах, неизбежно уничтожает в них природную среду. Для крупнейших городов и промышленных центров характерен высокий уровень загрязнения компонент среды обитания. Так, атмосферный воздух городов содержит значительно большие концентрации токсичных

Таблица 21 – Десятка мировых урбанистических лидеров

Город, страна	Данные на 1994 г., млн чел.	Прогноз на 2015 г., млн чел.
Токио (Япония)	26,5	28,7
Нью-Йорк (США)	16,3	17,6
Сан-Паулу (Бразилия)	16,1	20,8
Мехико (Мексика)	15,5	18,8
Шанхай (Китай)	14,7	23,4
Бомбей (Индия)	14,5	27,4
Лос-Анджелес (США)	12,2	14,3
Пекин (Китай)	12,0	19,4
Калькутта (Индия)	11,5	17,6
Сеул (Южная Корея)	11,5	13,1

примесей по сравнению с воздухом в сельской местности (ориентировочно оксида углерода в 50 раз, оксидов азота – в 150 раз, летучих углеводородов – в 2000 раз).

***Рост энергетики, промышленного производства, численности средств транспорта.*** Увеличение численности населения Земли и военные нужды стимулируют рост промышленного производства, числа средств транспорта, приводят к росту производства энергетических и потреблению сырьевых ресурсов. Потребление материальных и энергетических ресурсов имеет более высокие темпы роста, чем прирост населения, так как постоянно увеличивается их среднее потребление на душу населения. О неограниченных способностях к росту потребления свидетельствует использование электроэнергии в США. По статистическим данным, в 1970 г. США имели 7 % населения и 1/3 мирового производства электроэнергии.

Производство электроэнергии в мире, по сравнению с 1950 г., составило: в 1970 г. – 173 %, в 1980 г. – 234 %, в 1990 г. – 318 %, в 2000 г. – 413 %.

Оценивая экологические последствия развития энергетики, следует иметь в виду, что во многих странах это достигалось преимущественным использованием тепловых электрических станций (ТЭС), сжигающих уголь, мазут или природный газ. Об этом свидетельствует и структура производства электроэнергии

в СССР (1985): ТЭС – 1196 млрд кВт·ч (74,5 %), ГЭС – 216 млрд кВт·ч (13,5 %), АЭС – 193 млрд кВт·ч (12 %). Выбросы ТЭС наиболее губительны для биосферы.

Во второй половине XX в. каждые 12–15 лет удваивалось промышленное производство ведущих стран мира, обеспечивая тем самым удвоение выбросов загрязняющих веществ в биосферу. В СССР в период с 1940 по 1980 г. возросло производство электроэнергии в 32 раза; стали – в 7 раз; автомобилей – в 15 раз; увеличилась добыча угля в 4,7 раза; нефти – в 20 раз. Аналогичные или близкие к ним темпы роста наблюдались во многих других отраслях. Значительно более высокими темпами развивались химическая промышленность, объекты цветной металлургии, производство строительных материалов и др.

Постоянно увеличивался мировой автомобильный парк: с 1960 по 1990 г. он возрос со 120 до 420 млн автомобилей.

Необходимо отметить, что развитие промышленности и технических средств сопровождалось не только увеличением выброса загрязняющих веществ, но и вовлечением в производство все большего числа химических элементов таблица 22:

Таблица 22 – Производство химических элементов в год, виды

Год	1869	1906	1917	1937	1985
Известно	62	84	85	89	104
Использовалось	35	52	64	73	90

К настоящему времени в окружающей среде накопилось около 50 тыс. видов химических соединений, не разрушаемых деструкторами экосистем (отходы пластмасс, пленок, изоляции и т. п.).

**Развитие сельского хозяйства.** Вторая половина XX в. связана с интенсификацией сельскохозяйственного производства. В целях повышения плодородия почв и борьбы с вредителями в течение многих лет использовались искусственные удобрения и различные токсиканты, что не могло не влиять на состояние компонент биосферы. В 1986 г. среднее количество минеральных удобрений на 1 га пашни в мире составило около 90 кг, в СССР и США – более 100 кг, в Европе – 230 кг. При избыточном приме-

нении азотных удобрений почва перенасыщается нитратами, а при внесении фосфорных удобрений – фтором, редкоземельными элементами, стронцием. При использовании нетрадиционных удобрений (отстойного ила и т. п.) почва перенасыщается соединениями тяжелых металлов. Избыточное количество удобрений приводит к перенасыщению продуктов питания токсичными веществами, нарушает способность почв к фильтрации, ведет к загрязнению водоемов, особенно в паводковый период.

Пестициды, применяемые для защиты растений от вредителей, опасны и для человека. Пестициды попадают в пищевые цепи, питьевую воду. Все без исключения пестициды обнаруживают либо мутагенное, либо иное отрицательное воздействие на человека и живую природу.

***Техногенные аварии и катастрофы.*** До середины XX в. человек не обладал способностью инициировать крупномасштабные аварии и катастрофы и тем самым вызывать необратимые экологические изменения регионального и глобального масштаба, соизмеримые со стихийными бедствиями.

Последующие годы отмечены ростом числа отказов, инцидентов и происшествий в технических системах, что неизбежно привело к увеличению числа техногенных аварий и катастроф.

Появление ядерных объектов и высокая концентрация, прежде всего, химических веществ и их производств сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на экосистемы (рисунок 10). Примером тому служат трагедии в Чернобыле, Бхопале. Огромное разрушительное воздействие на биосферу оказывается при испытании ядерного (в г. Семипалатинск, на о. Новая Земля) и других видов оружия.

Из приведенного выше видно, что XX столетие ознаменовалось потерей устойчивости в таких процессах, как рост населения Земли и его урбанизация. Это вызвало крупномасштабное развитие энергетики, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, военного дела и обусловило значительный рост техногенного воздействия.

Во многих странах оно продолжает нарастать и в настоящее время. В результате активной техногенной деятельности человека

во многих регионах нашей планеты разрушена биосфера и создан новый тип среды обитания – *техносфера*.

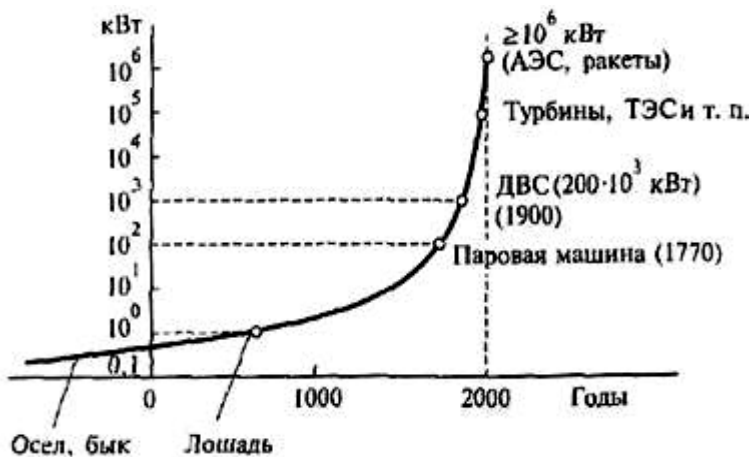


Рисунок 10 – Уровни энергии, которыми владеет человек

Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, росту коммуникабельности, обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Все это благоприятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами (улучшение медицинского обслуживания и др.) сказалось на продолжительности жизни людей. Так, продолжительность жизни человека составляла в медный, бронзовый, железный века 30 лет, к началу XIX в. – 35–40 лет, в конце XX в. – 56–63 года.

Однако созданная руками и разумом человека техносфера, призванная максимально удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, во многом не оправдала надежды людей. Появившиеся производственная, бытовая и городская среды оказались далеки по уровню безопасности от допустимых требований.

Появление техносферы привело к тому, что биосфера во многих регионах нашей планеты стала активно замещаться техносферой. На планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. В наибольшей степени экосистемы разрушены в Европе. Здесь естественные экосистемы сохранились в основ-

ном на небольших площадях, они представляют собой небольшие пятна биосферы, окруженные со всех сторон нарушенными деятельностью человека территориями, и поэтому подвержены сильному техносферному давлению. Техносфера – детище XX в., приходящее на смену биосфере.

К новым, техносферным, условиям относятся условия обитания человека в городах и промышленных центрах, производственные, транспортные и бытовые условия жизнедеятельности. Практически все урбанизированное население проживает в регионах техносферы, где условия обитания существенно отличаются от биосферных, прежде всего, повышенным влиянием на человека техногенных негативных факторов.

**Регион** – территория, обладающая общими характеристиками состояния биосферы или техносферы.

**Производственная среда** – пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека.

## 2.2. Загрязнение среды обитания отходами

**Загрязнение атмосферы.** Атмосферный воздух всегда содержит некоторое количество примесей, поступающих от естественных и техногенных источников. К числу примесей, выделяемых естественными источниками, относят: пыль (растительного, вулканического, космического происхождения, возникающую при эрозии почвы, частицы морской соли); туман; дым и газы от лесных

Таблица 23 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу России, тыс. т [12]

Источники выбросов	1996	1999	2001
Теплоэлектростанции	4748	3936	3655,8
Металлургические предприятия	6133	5642	5673,3
Нефтяная и газовая промышленность	2699	2533	3264,3
Химическая промышленность	454	415	437,4
Производства, выпускающие строительные материалы	528	417	455,0
Предприятия, перерабатывающие древесину	434	367	371,7
Автотранспорт	10955	12154	14981

и степных пожаров; газы вулканического происхождения; различные продукты растительного, животного происхождения и др.

Естественные источники загрязнений бывают либо распределенными, например, выпадение космической пыли, либо локальными, например, лесные и степные пожары, извержения вулканов. Уровень загрязнения атмосферы естественными источниками является фоновым и мало изменяется с течением времени.

Таблица 24 – Источники выбросов веществ в атмосферу

Примеси	Основные источники		Среднегодовая концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>
	естественные	антропогенные	
Пыль	Вулканические извержения, пылевые бури, лесные пожары и др.	Сжигание топлива в промышленных и бытовых установках	В городах 0,04–0,4
Диоксид серы	Вулканические извержения, окисление серы и сульфатов, рассеянных в море	Сжигание топлива в промышленных и бытовых установках	В городах до 1,0
Оксиды азота	Лесные пожары	Промышленность, автотранспорт, тепловых электростанций	В районах с развитой промышленностью до 0,2
Оксид углерода	Лесные пожары, выделения океанов	Автотранспорт, промышленные энергоустановки, предприятия черной металлургии	В городах 1–50
Летучие углеводороды	Лесные пожары, природный метан	Автотранспорт, испарение нефтепродуктов	В районах с развитой промышленностью до 0,3
Полициклические ароматические углеводороды	-	Автотранспорт, химические и нефтеперерабатывающие заводы	В районах с развитой промышленностью до 0,01

Основное техногенное загрязнение атмосферного воздуха создают автотранспорт, теплоэнергетика и ряд отраслей промышленности (таблица 23).

Самыми распространенными токсичными веществами, загрязняющими атмосферу, являются: оксид углерода CO, диоксид серы SO<sub>2</sub>, оксиды азота NO<sub>x</sub>, углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> и пыль. Основные источники и примесей атмосферы и их ежегодные выбросы приведены в таблицах 24 и 25.

Кроме приведенных выше веществ и пыли, в атмосферу выбрасываются и другие, более токсичные вещества. Так, вентиляционные выбросы заводов электронной промышленности содержат пары плавиковой, серной, хромовой и других минеральных кислот, органические растворители и т. п. В настоящее время насчитывается более 500 вредных веществ, загрязняющих атмосферу, и их количество увеличивается.

Таблица 25 – Ежегодное количество примесей, поступающих в атмосферу Земли

Вещество	Выбросы, млн т		Доля антропогенных примесей в общих поступлениях, %
	естественные	антропогенные	
Пыль	3700	1000	27
Оксид углерода	5000	304	5,7
Углеводороды	2600	88	3,3
Оксиды азота	770	53	6,5
Оксиды серы	650	100	13,3
Диоксид углерода	485000	18300	3,6

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от промышленных источников в РФ в 1999 г. в млн т следующие: пыль – 2,3, диоксид серы – 5,2, оксид углерода – 3,7, оксиды азота – 1,5, углеводороды – 1,2.

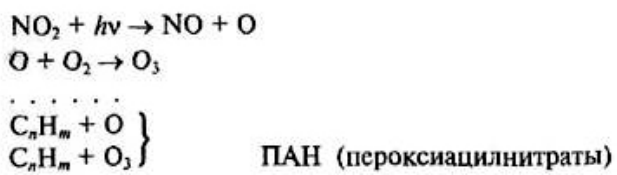
Каждой отрасли промышленности присущ характерный состав и масса веществ, поступающих в атмосферу. Это определяется прежде всего составом веществ, применяемых в технологических процессах, и экологическим совершенством последних. В настоящее время экологические показатели теплоэнергетики, металлур-



гии, нефтехимического производства и ряда других производств изучены достаточно подробно. Необходимые сведения можно найти в работах [3, 10]. Меньше исследованы показатели машиностроения и приборостроения, их отличительными особенностями являются: широкая сеть производств, приближенность к жилым зонам, значительная гамма выбрасываемых веществ, среди которых могут содержаться вещества 1-го и 2-го классов опасности, такие как пары ртути, соединения свинца и т. п.

Высокие концентрации и миграция примесей в атмосферном воздухе стимулируют их взаимодействие с образованием более токсичных соединений (смог, кислоты) или приводят к таким явлениям, как «парниковый эффект» и разрушение озонового слоя.

Общая схема реакций образования *фотохимического смога* сложна и в упрощенном виде может быть представлена реакциями



*Смог* весьма токсичен, так как его составляющие обычно находятся в пределах:  $\text{O}_3$  – 60–75 %, ПАН,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , альдегиды и др. – 25–40 %.

Для образования смога в атмосфере в солнечную погоду необходимо наличие оксидов азота и углеводородов (их выбрасывают в атмосферу автотранспорт, промышленные предприятия). Характерное распределение фотохимического смога по времени суток показано на рисунке 11.

Фотохимические смолги, впервые обнаруженные в 40-х годах XX в. в г. Лос-Анджелесе, теперь периодически наблюдаются во многих городах мира.

*Кислотные дожди* известны более 100 лет, однако проблема этих дождей возникла около 25 лет назад. Источниками кислотных дождей служат газы, содержащие серу и азот. Наиболее важные из них:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Кислотные дожди возникают вследствие неравномерного распределения этих газов в атмосфере. Например,

концентрация  $\text{SO}_2$  ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ) обычно такова: в городе 50–1000, на территории около города в радиусе около 50 км – 10–50, в радиусе около 150 км – 0,1–2, над океаном – 0,1.

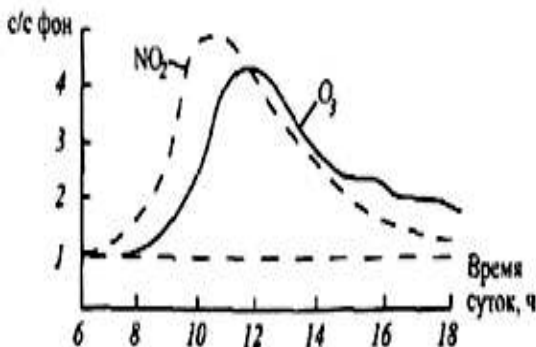


Рисунок 11 – Относительные концентрации  $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_3$  в атмосферном воздухе (г. Лос-Анджелес, 1965 г.)

Основными реакциями в атмосфере являются:

*I вариант:*  $\text{SO}_2 + \text{OH} \rightarrow \text{HSO}_3$ ;  $\text{HSO}_3 + \text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  (молекулы в атмосфере быстро конденсируются в капли);

*II вариант:*  $\text{SO}_2 + h\nu \rightarrow \text{SO}^*_2$  ( $\text{SO}^*_2$  – активированная молекула диоксида серы);  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4$ ;  $\text{SO}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}_3$ ;  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Реакции обоих вариантов в атмосфере идут одновременно. Для сероводорода характерна реакция  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  и далее I или II вариант реакции.

Источники поступления соединений серы в атмосферу могут быть естественные (вулканическая деятельность, действия микроорганизмов и др.) – 31–41 %, антропогенные (ТЭС, промышленность и др.) – 59–69 %; всего в год поступает 91–112 млн т.

Концентрации соединений азота ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ) составляют: в городе 10–100, на территории около города в радиусе 50 км – 0,25 – 2,5, над океаном – 0,25.

Из соединений азота основную долю кислотных дождей дают  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ . В атмосфере возникают реакции:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2 + \text{OH} \rightarrow \text{HNO}_3$ . Источники соединений азота могут быть естест-

венные (почвенная эмиссия, грозовые разряды, горение биомассы и др.) – 63 %, антропогенные (ТЭС, автотранспорт, промышленность) 37 %; всего в атмосферу поступает 51–61 млн т в год.

Серная и азотная кислоты поступают в атмосферу также в виде тумана и паров от промышленных предприятий и автотранспорта. В городах их концентрация достигает 2 мкг/м<sup>3</sup>.

Соединения серы и азота, попавшие в атмосферу, вступают в химическую реакцию не сразу, сохраняя свои свойства соответственно в течение 2 и 8–10 сут. За это время вместе с атмосферным воздухом они могут пройти расстояния 1000–2000 км и лишь после этого выпадают с осадками на земную поверхность.

Различают два вида седментации: влажную и сухую. Влажная – это выпадение кислот, растворенных в капельной влаге, она возникает при влажности воздуха 100,5 %. Сухая реализуется в тех случаях, когда кислоты присутствуют в атмосфере в виде капель диаметром около 0,1 мкм. Скорость седиментации в этом случае весьма мала, и капли могут проходить большие расстояния (следы серной кислоты обнаружены даже на Северном полюсе).

В России повышенная кислотность осадков (рН = 4–5,5) отмечается в отдельных промышленных регионах. Наиболее неблагоприятны города Тюмень, Тамбов, Архангельск, Северодвинск, Вологда, Петрозаводск, Омск и др. Плотность выпадения осадков серы, превышающая 4 т/(км<sup>2</sup> год), зарегистрирована в 22 городах страны, а более 8–12 т/(км<sup>2</sup> год) в городах Алексин, Новомосковск, Норильск, Магнитогорск.

**Парниковый эффект.** Состояние и состав атмосферы в тепловом балансе Земли во многом определяют величину солнечной радиации. На ее долю приходится основная часть поступающей в биосферу теплоты, Дж/год: теплота от солнечной радиации составляет  $25 \cdot 10^{23}$  (99,8 %), теплота от естественных источников (из недр Земли, от животных и др.) –  $37,46 \cdot 10^{20}$  (0,18 %), теплота от антропогенных источников (энергоустановок, пожаров и др.) –  $4,2 \cdot 10^{20}$  (0,02 %).

Экранирующая роль атмосферы в процессах передачи теплоты от Солнца к Земле и от Земли в космос влияет на среднюю температуру биосферы, которая длительное время находилась на

уровне около + 15 °С. Расчеты показывают, что при отсутствии атмосферы средняя температура поверхности Земли составляла бы приблизительно минус 15 °С.

Основная доля солнечной радиации передается к поверхности Земли в оптическом диапазоне, а излучаемая поверхностью Земли энергия – в инфракрасном (ИК). Поэтому доля отраженной лучистой энергии, поглощаемой атмосферой, зависит от количества многоатомных мини-газов (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> и др.) и пыли в ее составе. Чем выше концентрация минигазов и пыли в атмосфере, тем меньше доля отраженной солнечной радиации уходит в космическое пространство, тем больше теплоты задерживается в биосфере за счет парникового эффекта. ИК-излучение поглощается метаном, фреонами, озоном, оксидом азота и т. п. в диапазоне длины волн 1–9 мкм, а парами воды и углекислым газом – при длине волн 12 мкм и более. В последние годы наметилась тенденция к значительному росту концентраций CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и других газов в атмосфере. Так, рост концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере выглядит следующим образом (таблица 26):

Таблица 26 – Рост концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере

Год	1850	1900	1970	1979	1990	2000	2030	2050
Концентрация CO <sub>2</sub> , млн <sup>-1</sup>	260	290	321	335	360	380	450–600	700–750

Аналогично изменяются концентрации метана, оксида азота, озона и других газов. Рост концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере происходит вследствие уменьшения растительности на Земле и увеличения техногенных поступлений.

Источниками техногенных парниковых газов являются: теплоэнергетика, промышленность и автотранспорт, они выделяют CO<sub>2</sub>; химические производства, утечки из трубопроводов, гниение мусора и отходов животноводства определяют поступление CH<sub>4</sub>; холодильное оборудование, бытовая химия – фреонов; автотранспорт, ТЭС, промышленность – оксидов азота и т. п.

В результате в биосферу дополнительно поступает теплота порядка 70·10<sup>20</sup> Дж/год, при этом на долю отдельных газов приходится, %: CO<sub>2</sub> – 50, фреонов – 15, O<sub>3</sub> – 5, CH<sub>4</sub> – 20, N<sub>2</sub>O – 10.

Доля парникового эффекта в нагреве биосферы в 16,6 раза больше доли других источников антропогенного поступления теплоты.

Рост концентраций минеральных газов в атмосфере и, как следствие, повышение доли теплоты ИК-излучения, задерживаемой атмосферой, неизбежно сопровождается ростом температуры поверхности Земли. В период с 1880 по 1940 г. средняя температура в Северном полушарии возросла на 0,4 °С, а в период до 2030 г. она может повыситься еще на 1,5–4,5 °С. Это весьма опасно для островных стран и территорий, расположенных ниже уровня моря. По прогнозам ученых, к 2050 г. уровень моря может повыситься на 25–40 см, а к 2100 г. – на 2 м, что приведет к затоплению 5 млн км<sup>2</sup> суши, т. е. 3 % суши и 30 % всех урожайных земель планеты.

Парниковый эффект в атмосфере – довольно распространенное явление и на региональном уровне. Техногенные источники теплоты (ТЭС, транспорт, промышленность), сконцентрированные в крупных городах и промышленных центрах, интенсивное поступление парниковых газов и пыли, устойчивое состояние атмосферы создают около городов пространства радиусом 50 км и более с повышенными на 1–5 °С температурами и высокими концентрациями загрязнений. Эти зоны (купола) над городами хорошо просматриваются из космического пространства. Они разрушаются лишь при интенсивных движениях больших масс атмосферного воздуха.

Техногенные загрязнения атмосферы не ограничиваются приземной зоной. Определенная часть примесей поступает в озоновый слой и разрушает его. *Разрушение озонового слоя* опасно для биосферы, так как оно сопровождается значительным повышением доли ультрафиолетового излучения с длиной волны менее 290 нм, достигающего земной поверхности. Эти излучения губительны для растительности, особенно для зерновых культур, представляют собой источник канцерогенной опасности для человека, стимулируют рост глазных заболеваний.

Основными веществами, разрушающими озоновый слой, являются соединения хлора и азота. По оценочным данным, один атом хлора может разрушить до 10<sup>5</sup> молекул озона, одна молекула оксидов азота – до 10 молекул.

Источниками поступления соединений хлора и азота в озоновый слой могут быть: вулканические газы; технологии с применением фреонов; атомные взрывы; самолеты («Конкорд», военные), в выхлопных газах которых содержатся до 0,1 % общей массы газов соединения NO и NO<sub>2</sub>; ракеты, содержащие в выхлопных газах соединения азота и хлора. Состав выхлопных газов космических систем (т) на высоте 0–50 км приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Состав выхлопных газов космических систем (т) на высоте 0–50 км

Космические системы	Соединения хлора	Оксиды азота	Пары воды, водород	Оксиды углерода	Оксиды алюминия
«Энергия» и «Буран», СССР	0	0	740	750	0
«Шаттл», США	187	7	378	512	177

Значительное влияние на озоновый слой оказывают фреоны, продолжительность жизни которых достигает 100 лет. Источниками поступления фреонов являются: холодильники при нарушении герметичности контура переноса теплоты; технологии с использованием фреонов; бытовые баллончики для распыления различных веществ и т. п.

По оценочным данным, техногенное разрушение озонового слоя к 1973 г. достигло 0,4–1 %; к 2000 г. – 3 %, к 2050 г. ожидается 10 %. Ядерная война может истощить озоновый слой на 20–70 %. Заметные негативные изменения в биосфере ожидаются при истощении озонового слоя на 8–10 % общего запаса озона в атмосфере, составляющего около 3 млрд т. Заметим, что один запуск космической системы «Шаттл» сопровождается разрушением около 0,3 % озона, что составляет около 10<sup>7</sup> т озона.

В результате техногенного воздействия на атмосферу возможны следующие негативные последствия:

- превышение ПДК многих токсичных веществ (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CnHm, бензапирена, свинца, безнола и др.) в городах и населенных пунктах;
- образование смога при интенсивных выбросах NO<sub>x</sub>, CnHm;

- выпадение кислотных дождей при интенсивных выбросах SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>;
- появление парникового эффекта при повышенном содержании CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O и пыли в атмосфере, что способствует повышению средней температуры Земли;
- разрушение озонового слоя при поступлении NO<sub>x</sub> и соединений хлора в него, что создает опасность УФ-облучения.

**Загрязнение гидросферы.** Потребление воды [14] в РФ в 2000 г. достигло 85,9 км<sup>3</sup>, в том числе на нужды, %:

- производственные – 57,9;
- хозяйственно-питьевые – 20,3;
- орошение – 13,7;
- сельскохозяйственное водоснабжение – 2,1;
- прочие – 6,0.

При использовании воду, как правило, загрязняют, а затем сбрасывают в водоемы. Внутренние водоемы загрязняются сточными водами различных отраслей промышленности (металлургической, нефтеперерабатывающей, химической и др.), сельского и жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностными стоками. Основными источниками загрязнений являются промышленность и сельское хозяйство.

Загрязнители делятся на биологические (органические микроорганизмы), вызывающие брожение воды; химические, изменяющие химический состав воды; физические, изменяющие ее прозрачность (мутность), температуру и другие показатели.

Биологические загрязнения попадают в водоемы с бытовыми и промышленными стоками, в основном предприятий пищевой, медико-биологической, целлюлозно-бумажной промышленности. Например, целлюлозно-бумажный комбинат загрязняет воду так же, как город с населением 0,5 млн чел.

Биологические загрязнения оценивают биохимическим потреблением кислорода – БПК. БПК<sub>5</sub> – это количество кислорода, потребляемое за 5 сут микроорганизмами-деструкторами для полной минерализации органических веществ, содержащихся в 1 л воды. Нормативное значение БПК<sub>5</sub> = 5 мг/л. Реальные загрязнения сточных вод таковы, что требуют значений БПК на порядок больше.

Химические загрязнения поступают в водоемы с промышленными, поверхностными и бытовыми стоками. К ним относятся: нефтепродукты, тяжелые металлы и их соединения, минеральные удобрения, пестициды, моющие средства. Наиболее опасны свинец, ртуть, кадмий (таблица 28).

Таблица 28 – Поступление тяжелых металлов в Мировой океан, т/год

Химический элемент	Сток с суши	Атмосферный перенос
Свинец	$(1-20) \cdot 10^5$	$(2-20) \cdot 10^5$
Ртуть	$(5-8) \cdot 10^3$	$(2-3) \cdot 10^3$
Кадмий	$(1-20) \cdot 10^3$	$(5-40) \cdot 10^2$

Физические загрязнения поступают в водоемы с промышленными стоками, при сбросах из выработок шахт, карьеров, при смывах с территорий промышленных зон, городов, транспортных магистралей, за счет осаждения атмосферной пыли. Всего в 2000 г. в водоемы страны сброшено 55,6 км<sup>3</sup> сточных вод, из них 20,3 км<sup>3</sup> – загрязненных (таблица 29).

Таблица 29 – Содержание некоторых загрязняющих веществ в сточных водах, тыс. т

Химическое соединение	1996	1999	2000
Соединения меди	0,2	0,3	0,3
Соединения железа	19,7	9,5	8,2
Соединения цинка	0,8	0,6	0,7
Нефтепродукты	9,3	5,9	5,6
Взвешенные вещества	618,6	591,4	554,7
Соединения фосфора	32,4	26,5	26,4
Фенолы	0,08	0,06	0,07

В результате техногенной деятельности многие водоемы мира крайне загрязнены. В РФ уровень загрязненности воды по отдельным ингредиентам превышает 10 ПДК. Наиболее высокий уровень загрязненности воды наблюдается в бассейнах рек Днестр, Печора, Обь, Енисей, Амур, Северная Двина, Волга, Урал. Воздействие на гидросферу приводит к следующим негативным последствиям:

- снижаются запасы питьевой воды (около 40 % контролируемых водоемов имеют загрязнения, превышающие 10 ПДК);



- изменяются состояние и развитие фауны и флоры водоемов;
- нарушается круговорот многих веществ в биосфере;
- снижается биомасса планеты и, как следствие, производство кислорода.

Опасны не только первичные загрязнения поверхностных вод, но и вторичные, образовавшиеся в результате химических реакций веществ в водной среде. Так, при одновременном попадании весной 1990 г. в р. Белая фенолов и хлоридов образовались диоксины, содержание которых в 147 тыс. раз превысило допустимые значения.

Большую опасность загрязненные сточные воды представляют в тех случаях, когда структура грунта не исключает их попадание в зону залегания грунтовых вод. В ряде случаев до 30–40 % тяжелых металлов из почвы поступает в грунтовые воды.

**Загрязнение земель.** Нарушение верхних слоев земной коры происходит при: добыче полезных ископаемых и их обогащении; захоронении бытовых и промышленных отходов; проведении военных учений и испытаний и т. п. Почвенный покров существенно загрязняется осадками в зонах рассеивания различных выбросов в атмосфере, пахотные земли – при внесении удобрений и применении пестицидов.

Ежегодно из недр страны извлекается огромное количество горной массы, вовлекается в оборот около трети, используется в производстве около 7 % объема добычи. Большая часть отходов не используется и скапливается в отвалах.



Рисунок 12 – Динамика образования токсичных отходов в России, млн т

Примерами значительного накопления отходов, связанных с добычей полезных ископаемых, могут служить терриконы угольных шахт, отвалы вблизи карьеров при наземной добыче руд. Наиболее остро стоит вопрос утилизации отходов в угольной промышленности, поскольку на некоторых шахтах добыча 1 тыс. т угля сопровождается подъемом из шахт до 800 т породы.

Оценивая динамику изменения количества образовавшихся токсичных отходов (рисунок 12), можно сделать вывод о постоянном росте данного показателя в промышленности и, как следствие, в целом по России: с 82,6 млн т в 1996 г. до 132,5 млн т – в 2000 г. Практически весь объем образующихся токсичных отходов (95 %) имеет промышленное происхождение, а остальные 5 % отходов этой категории распределяются почти поровну между сельским хозяйством (3,7 млн т) и ЖКХ (3,4 млн т). По данным Госкомстата России, к 2000 г. в России накоплено 2 млрд т токсичных отходов.

Среди отраслей промышленности наибольшие объемы образования отходов отмечены в металлургии, на химических и нефтехимических производствах, в угольной промышленности (таблица 30).

Таблица 30 – Структура образования токсичных отходов промышленности России, % [12]

Отрасль промышленности	1996	1998	2000
Промышленность	100	100	100
Цветная металлургия	24,5	20,1	28,8
Черная металлургия	40,8	33,7	25,8
Химическая и нефтехимическая промышленность	9,4	7,9	10,9
Угольная промышленность	0,2	11,2	9,7
Промышленность строительных материалов	6,0	6,4	7,1
Электроэнергетика	9,9	8,6	6,6
Нефтедобывающая промышленность	0,9	4,5	4,7
Машиностроение и металлообработка	3,0	3,2	2,5
Пищевая промышленность	1,2	0,6	1,2
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	1,5	1,1	1,0
Прочие отрасли промышленности	1,2	2,7	1,7

В настоящее время одной из самых острых проблем являются утилизация и захоронение радиоактивных отходов и, прежде всего, отходов АЭС. Опасны и значительны отходы сельскохозяйственного производства – навоз, остатки ядохимикатов, кладбища животных.

В настоящее время в России ежегодно образуется около 150 млн м<sup>3</sup> (30 млн т) твердых бытовых отходов (ТБО). По прогнозам, к 2006 г. ежегодное накопление ТБО увеличится до 200 млн м<sup>3</sup>, что объясняется увеличением доли тары и упаковки в массе продуктов и товаров. К твердым бытовым отходам относятся: бумага и картон, полимерные материалы, стекло, древесина, металлы и др.

Эффективность использования и обезвреживания отходов составляет около 40 % (ТБО – 3 %). В России имеется 2,9 тыс. мест захоронения токсичных отходов общей площадью 22 тыс. га.

В связи с недостаточным количеством полигонов для складирования и захоронения промышленных и бытовых отходов широко распространена практика размещения их в местах неорганизованного складирования отходов, что представляет особую опасность для окружающей среды.

Отмечено существенное загрязнение земель в результате седиментации токсичных веществ из атмосферы. Наибольшую опасность представляют предприятия цветной и черной металлургии. Зоны загрязнений их выбросами имеют радиусы около 20–50 км, а превышение ПДК достигает 100 раз. К загрязнителям относятся высокотоксичные свинец, бензапирен, ртуть и др.

На европейской территории России [17] за 2000 г. с осадками выпало: оксидов серы и азота – 2,4 млн т, свинца и его соединений – 2,739 тыс. т, ртути – 68,8 т, бензапирена – 80 т.

Опасны выбросы мусоросжигающих заводов, содержащие тетраэтилсвинец, ртуть, диоксины, бензапирен и т. п. Выбросы ТЭС содержат бензапирен, соединения ванадия, радионуклиды, кислоты и другие токсичные вещества. Зоны загрязнения почвы около трубы имеют радиусы 5 км и более.

При внесении удобрений и использовании пестицидов интенсивно загрязняются пахотные земли. В последние годы многие

страны стремились к сокращению применения пестицидов. Так, в США их использование с 1976 по 1993 г. сократилось на 60 %, в России – со 150 тыс. т в 1980 г. до 43,7 тыс. т – в 1993 г., однако в 1987 г. около 30 % продуктов питания в России содержали концентрацию пестицидов, опасную для здоровья человека.

Внесение удобрений компенсирует изъятие растениями из почвы азота, фосфора, калия и других веществ. Однако вместе с удобрениями, содержащими эти вещества, в почву вносятся тяжелые металлы и их соединения, которые содержатся в удобрениях как примеси. К ним относятся: кадмий, медь, никель, свинец, хром и др. Выведение этих примесей из удобрений – трудоемкий и дорогой процесс. Особую опасность представляет использование в качестве удобрений осадков промышленных сточных вод, как правило, насыщенных отходами гальванического и других производств.

В таблице 31 приведены основные источники и наиболее распространенные группы веществ химического загрязнения почвы.

Таблица 31 – Источники и вещества, загрязняющие почву

Вещества	Источники загрязнения почвы				
	про- мыш- лен- ность	транс- порт	ТЭС	АЭС	сельское хозяйст- во
Тяжелые металлы и их соединения (Hg, Pb, Cd и др.)	+	+	+	–	+
Циклические углеводороды, бенз(а)пирен	+	+	+	–	+
Радиоактивные вещества	+	–	+	+	–
Нитраты, нитриты, фосфаты, пестициды	–	–	–	–	+

Техногенное воздействие на почву сопровождается:

- отторжением пахотных земель или уменьшением их плодородия. По данным ООН, ежегодно выводится из строя около 6 млн га плодородных земель;

- чрезмерным насыщением токсичными веществами растений, что неизбежно приводит к загрязнению продуктов питания растительного и животного происхождения. В настоящее время до 70 % токсичного воздействия на человека приходится на пищевые продукты;
- нарушением биоценозов вследствие гибели насекомых, птиц, животных, некоторых видов растений;
- загрязнением грунтовых вод, особенно в зоне свалок и сброса сточных вод.

### **2.3. Энергетические загрязнения техносферы**

К зонам со значительными техногенными опасностями относятся транспортные магистрали, зоны излучения радио- и телепередающих систем, промышленные зоны и т. п. Возможно проявление опасности при использовании человеком на производстве и в быту технических устройств: электрических сетей и приборов, станков, ручного инструмента, газовых баллонов и газовых сетей, оружия и т. п. Возникновение опасности в таких случаях связано, как правило, с наличием неисправностей в технических устройствах или неправильными действиями человека при их использовании. Уровень опасности при этом определяется энергетическими показателями технических устройств, которые существенно возросли в XX столетии, поскольку человек получил в свое распоряжение мощную технику, огромные запасы углеводородного сырья, химических и бактериологических веществ.

Промышленные предприятия, объекты энергетики, связи и транспорт являются основными источниками энергетического загрязнения промышленных регионов, городской среды, жилищ и природных зон. К энергетическим загрязнениям относят вибрационное и акустическое воздействия, электромагнитные поля и излучения, воздействия радионуклидов и ионизирующих излучений.

Вибрации в городской среде и жилых зданиях, источником которых является технологическое оборудование ударного действия, рельсовый транспорт, строительные машины и тяжелый автотранспорт, распространяются по грунту. Протяженность

зоны воздействия вибраций определяется величиной их затухания в грунте, которая, как правило, составляет 1 дБ/м (в водонасыщенных грунтах оно несколько больше). Чаще всего на расстоянии 50–60 м от магистралей рельсового транспорта вибрации затухают. Зоны действия вибраций около кузнечно-прессовых цехов, оснащенных молотами с облегченными фундаментами, значительно больше и могут иметь радиус до 150–200 м. Значительные вибрации и шум в жилых зданиях могут создавать расположенные в них технические устройства (насосы, лифты, трансформаторы и т. п.).

Шум в городской среде и жилых зданиях создается транспортными средствами, промышленным оборудованием, санитарно-техническими установками и устройствами и др. На городских магистралях и в прилегающих к ним зонах уровень звука может достигать 70–80 дБА, а в отдельных случаях 90 дБА и более. В районе аэропортов уровень звука еще выше.

Источники инфразвука могут быть как естественного (обдувание ветром строительных сооружений и водной поверхности), так и техногенного происхождения (подвижные механизмы с большими поверхностями – виброплощадки, виброгрохоты; ракетные двигатели, ДВС большой мощности, газовые турбины, транспортные средства). В отдельных случаях уровни звукового давления инфразвука могут достигать нормативных значений, равных 90 дБ, и даже превышать их на значительных расстояниях от источника.

Основными источниками электромагнитных полей (ЭМП) радиочастот являются радиотехнические объекты (РТО), телевизионные и радиолокационные станции (РЛС), термические цехи и участки (в зонах, примыкающих к предприятиям). Воздействие ЭМП промышленной частоты чаще всего связано с высоковольтными линиями (ВЛ) электропередач, источниками постоянных магнитных полей, применяемыми на промышленных предприятиях. Зоны с повышенными уровнями ЭМП, источниками которых могут быть РТО и РЛС, имеют размеры до 100–150 м. При этом даже внутри зданий, расположенных в этих зонах, плотность потока энергии, как правило, превышает допустимые значения.

ЭМП промышленной частоты в основном поглощаются почвой, поэтому на небольшом расстоянии (50–100 м) от линий электропередач электрическая напряженность поля падает с десятков тысяч вольт на метр до нормативных уровней. Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах около ЛЭП токов промышленной частоты, и в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интенсивности обнаруживаются также в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон.

В быту источниками ЭМП и излучений являются телевизоры, дисплеи, печи СВЧ и другие устройства. Электростатические поля в условиях пониженной влажности (менее 70 %) создают паласы, накидки, занавески и т. д.

Микроволновые печи в промышленном исполнении не представляют опасности, однако неисправность их защитных экранов может существенно повысить утечку электромагнитного излучения. Экраны телевизоров и дисплеев как источник электромагнитного излучения в быту не представляют большой опасности даже при длительном воздействии на человека, если расстояния от экрана превышают 30 см. Однако служащие отделов ЭВМ испытывают недомогание при регулярной длительной работе в непосредственной близости от дисплеев.

Воздействие ионизирующего излучения на человека может происходить в результате внешнего и внутреннего облучения. Внешнее облучение вызывают источники рентгеновского и  $\gamma$ -излучения, потоки протонов и нейтронов. Внутреннее облучение вызывают  $\alpha$ - и  $\beta$ -частицы, которые попадают в организм человека через органы дыхания и пищеварительный тракт.

Доза облучения, создаваемая техногенными источниками (за исключением облучений при медицинских обследованиях), невелика по сравнению с естественным фоном ионизирующего облучения, что достигается применением средств коллективной защиты. В тех случаях, когда на объектах экономики нормативные требования и правила радиационной безопасности не соблюдаются, уровни ионизирующего воздействия резко возрастают.

Рассеивание в атмосфере радионуклидов, содержащихся в выбросах, приводит к формированию зон загрязнения около источника выбросов. Обычно зоны облучения жителей, проживающих вокруг предприятий по переработке ядерного топлива на расстоянии до 200 км, колеблются от 0,1 до 65 % естественного фона излучения.

Миграция радиоактивных веществ в почве определяется в основном ее гидрологическим режимом, химическим составом почвы и радионуклидов. Меньшей сорбционной емкостью обладает песчаная почва, большей – глинистая, суглинки и черноземы. Высокой прочностью удержания в почве обладают  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Ориентировочные значения радиоактивного загрязнения сухой массы культурных растений представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Значения радиоактивного загрязнения сухой массы культурных растений, Бк/кг

Ориентировочные значения радиоактивного загрязнения сухой массы культурных растений	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Пшеница	2,849	10,730
Морковь	0,555	1,887
Капуста	0,469	2,109
Картофель	0,185	1,406
Свекла	0,666	1,702
Яблоки	0,333	1,998

Эти загрязнения, обусловленные глобальными поступлениями радиоактивных веществ в почву, не превышают допустимые уровни. Опасность возникает лишь в случаях произрастания культур в зонах с повышенными радиоактивными загрязнениями.

Опыт ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС показывает, что ведение сельскохозяйственного производства на территориях при плотности загрязнения выше 80 Ки/км<sup>2</sup> недопустимо, а на территориях, загрязненных до 40–50 Ки/км<sup>2</sup>, необходимо ограничивать производство семенных и технических культур, а также кормов для молодняка и откормочного мясного скота. При плотности загрязнения 15–20 Ки/км<sup>2</sup> по  $^{137}\text{Cs}$  сельскохозяйственное производство вполне допустимо.



Уровень радиоактивности в жилом помещении зависит от строительных материалов: в кирпичном, железобетонном, шлакоблочном доме он всегда в несколько раз выше, чем в деревянном. Газовая плита привносит в дом не только токсичные газы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и др., включая канцерогены, но и радиоактивные газы. Поэтому уровень радиоактивности на кухне при работающей газовой плите может существенно превосходить фоновый.

В закрытом, непрветриваемом помещении человек может подвергаться воздействию радона-222 и радона-220, которые непрерывно высвобождаются из земной коры. Поступая через фундамент, пол, из воды или иным путем, радон накапливается в изолированном помещении. Средние концентрации радона обычно составляют ( $\text{кБк/м}^3$ ): в ванной комнате – 8,5, на кухне – 3, в спальне – 0,2. Концентрация радона на верхних этажах зданий обычно ниже, чем на первом этаже. Избавиться от избытка радона можно проветриванием помещения.

В этом отношении поучителен опыт Швеции: с начала 1950-х годов в стране проводится кампания по экономии энергии, в том числе путем уменьшения проветривания помещений. В результате средняя концентрация радона в помещениях возросла с 43 до 133  $\text{Бк/м}^3$  при снижении воздухообмена с 0,8 до 0,3  $\text{м}^3/\text{ч}$ . По оценкам, на каждый 1 ГВт/год электроэнергии, сэкономленной за счет уменьшения проветривания помещений, шведы получили дополнительную коллективную дозу облучения в 5600 чел.·Зв.

Из рассмотренных энергетических загрязнений в современных условиях наибольшее негативное воздействие на человека оказывают радиоактивное и акустическое загрязнения.

## 2.4. Антропогенные опасности

Деятельность человека является важным, необходимым звеном, обеспечивающим взаимосвязь технических систем. При этом человек, оперируя энергетическими и информационными потоками, решает задачи, состоящие из ряда этапов: восприятие информации; ее оценка, анализ и обобщение на основе заранее заданных и сформулированных критериев, принятие решения о дальнейших

действиях, исполнение принятого решения. Однако на всех этапах деятельности возможны ошибочные действия человека.

Анализ данных по техногенным авариям и катастрофам показывает, что значительная доля опасностей возникает в результате ошибочных, неправильно принятых человеком решений, когда он сам становится источником опасности. По статистике около 45 % аварийных ситуаций на АЭС, свыше 60 % аварий на объектах с повышенным риском, 80 % авиакатастроф и катастроф на море, а также 90 % автомобильных аварий происходит из-за неправильных действий людей.

**Ошибка** определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение человеком запрещенного действия), которое может явиться причиной тяжелых последствий – травм, гибели людей, повреждения оборудования или имущества либо нарушения нормального хода запланированных операций. Ошибки по вине человека могут происходить в различных сферах и условиях его жизнедеятельности:

- на отдыхе, во время путешествия, при занятии спортом: при управлении автотранспортом; неосторожном обращении с огнем, острыми предметами, оружием; при купании в водоемах; во время путешествия в горах; на тренировках и соревнованиях по различным видам спорта;
- в быту, при использовании электроприборов, бытового газа, открытого огня, ядохимикатов, инструментов и приспособлений; при обращении с бытовыми отходами, кипящими жидкостями, предметами, содержащими ртуть; потреблении недоброкачественных продуктов, алкоголя, медикаментов и т. д.;
- в сфере производственной деятельности: при нарушении установленного режима работы и бездействии в момент, когда его участие в процессе деятельности необходимо;
- в чрезвычайных ситуациях естественного и техногенного происхождения, связанных, как правило, с неподготовленностью людей к действиям в ЧС; неумением их предвидеть, например, при обращении с горючими и взрывчатыми

веществами или управлении сложными техническими системами; при сходе лавин, селей и т. п.;

- при общении людей между собой: источниками ошибок могут быть непорядочность, небрежность, месть, ревность, оскорбления, религиозные и национальные конфликты и т. п.;
- при управлении экономикой и государственной деятельности ошибки часто обусловлены стремлением людей нарушить законы природы: например, строительство ЦБК на оз. Байкал, проекты поворота северных рек на юг и др.

Свойство человека ошибаться является функцией его психологического состояния, и интенсивность ошибок во многом зависит от состояния окружающей среды и действующих на человека нагрузок. Установлено, что зависимость частоты появления ошибок от действующих нагрузок является нелинейной. Так, при очень низком уровне нагрузок большинство операторов работают неэффективно (задание кажется скучным и не вызывает интереса), и качество работы не соответствует должному. При умеренных нагрузках качество работы оператора оказывается оптимальным, поэтому умеренную нагрузку можно рассматривать как условия, достаточные для обеспечения внимательной работы человека-оператора. Но при дальнейшем увеличении нагрузок качество работы человека ухудшается, что объясняется, главным образом, такими проявлениями физического стресса, как страх, беспокойство, учащение пульса и частота дыхания, повышение температуры, выброс в кровь адреналина и т. п.

В системе «человек – среда обитания» человек является самой изменчивой составляющей. Его поведение определяется массой индивидуальных факторов. Часто разные операторы выполняют аналогичные задания неодинаковыми действиями.

Основные особенности личности и состояния организма человека, толкающие его к совершению ошибок, можно разделить на врожденные особенности и временные состояния.

К врожденным особенностям относятся физиологические характеристики человека и его наследственности, в том числе

органы чувств (слух, зрение, обоняние, осязание, вкус), опорно-двигательная (мышечная сила, скорость движения, координация и т. п.) и психомоторная системы (рефлексы, реакции и т. д.), интеллект (уровень знаний, способность ориентироваться).

Временные состояния, такие как физическая и психологическая усталость, приводящие к снижению внимания и мышечной силы, ухудшению состояния здоровья и работоспособности, способствуют возникновению ошибок. В качестве факторов, отвлекающих внимание, могут быть временные функциональные нарушения организма (например, неожиданно появившаяся острая головная боль, головокружение, судорога мышцы и т. п.), временное переключение внимания на какое-то событие или предмет, не связанные с работой; утомление, внезапное внешнее воздействие (шум или яркая вспышка света).

Причины ошибок подразделяют на непосредственные, главные и способствующие.

*Непосредственные причины* ошибок зависят от психологической структуры действий оператора (ошибки восприятия – не узнал, не обнаружил; ошибки памяти – забыл, не запомнил, не сумел восстановить; ошибки мышления – не понял, не предусмотрел, не обобщил; ошибки принятия решения, ответной реакции и т. п.) и вида этих действий, т. е. от психологических закономерностей, определяющих оптимальную деятельность – несоответствие психическим возможностям переработки информации (объем или скорость поступления информации, отношение к порогу различения, малая длительность сигнала и т. д.) от недостатка навыка (стандартные действия при нестандартной ситуации) и структуры внимания (не сосредоточился, не собрался, не переключился, быстро устал).

*Главные причины* связаны с рабочим местом, организацией труда, подготовкой оператора, состоянием организма, психологической установкой, психическим состоянием организма.

*Способствующие причины* зависят от особенностей личности (характера, темперамента, коммуникативных особенностей), состояния здоровья, внешних условий, профессионального отбора, обучения и тренировки.

Причины ошибок можно также классифицировать, используя кибернетическую схему. Это ошибки:

- в ориентации (неполучение информации);
- в принятии решения (неправильные решения);
- в выполнении действий (неправильные действия).

*Ошибки в ориентации* наиболее распространенные и возникают обычно из-за отсутствия сигнала, слабого сигнала или множества одновременных сигналов.

*Ошибки в принятии решения* могут возникать и в том случае, когда получена вся необходимая достоверная информация и в достаточном объеме, но процесс анализа, переработки и осмысления ее был неверным, или из-за неадекватной оценки ситуации, неспособности к работе из-за недостатка знаний, опыта.

Иногда информация и принятое решение могут быть правильными, но ответное действие ошибочным. Неправильное действие может проявляться и в бездействии оператора в тот момент, когда его действие необходимо (неспособность к действию, нарушение последовательности действий) или в неправильном выборе действий (неадекватное расположение приборов, недостаточность внимания, усталость и т. д.).

Виды ошибок, допускаемых человеком на различных стадиях создания и использования технических систем, можно классифицировать следующим образом:

- ошибки проектирования – обусловлены неудовлетворительным качеством проектирования. Например, управляющие устройства и индикаторы могут быть расположены настолько далеко друг от друга, что оператор будет испытывать затруднения при одновременном пользовании ими;
- ошибки изготовления и ремонта, например, неправильной сварки, неправильного выбора материала, изготовления изделия с отклонениями от конструкторской документации;
- ошибки технического обслуживания в процессе эксплуатации вследствие недостаточной подготовленности обслуживающего персонала, неудовлетворительного оснащения необходимой аппаратурой и инструментами;

- ошибки обращения возникают вследствие неудовлетворительного хранения изделий или их транспортировки с отклонениями от рекомендаций изготовителя;
- ошибки в организации рабочего места – теснота рабочего помещения, повышенная температура, шум, недостаточная освещенность и т. п.;
- ошибки в управлении коллективом – недостаточное стимулирование специалистов, их психологическая несовместимость и т. п.

Перечень допускаемых человеком типичных ошибок не может быть точным и неоспоримым, поскольку свойство человека ошибаться является функцией его психофизиологического состояния, а частота появления ошибок во многом определяется состоянием внешней среды и интенсивностью действующих нагрузок.

При оценке роли антропогенных опасностей в их общей совокупности следует понимать, что во многих случаях они играют роль «спускового механизма» – инициатора возникновения многих техногенных, а иногда и естественных опасностей. Так, неправильная оценка водителем дорожной ситуации может привести к потере управления автомобилем, а затем и к взрыву и пожару последнего с непредсказуемыми последствиями. Решение о строительстве ЦБК на оз. Байкал привело в дальнейшем к техногенному загрязнению озера отходами комбината. Принятие решений о проведении подземных испытаний ядерного оружия может при их реализации привести к значительным изменениям в земной коре и стать инициатором землетрясений и т. д.

## 2.5. Производственная среда

*Производственная среда* – это часть техносферы, обладающая повышенной совокупностью негативных факторов. Основными носителями травмирующих и вредных факторов в производственной среде являются машины и другие технические устройства, химически и биологически активные предметы труда, источники энергии, нерегламентированные действия работающих, нарушения режимов и организации деятельности, а также отклонения от допустимых параметров микроклимата рабочей зоны.

Травмирующие и вредные факторы подразделяют на физические, химические, биологические и психофизиологические. Физические факторы – движущиеся машины и механизмы, повышенные уровни шума и вибраций, электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность, повышенный уровень статического электричества, повышенное значение напряжения в электрической цепи и др.; химические – вещества и соединения, различные по агрегатному состоянию и обладающие токсическим, раздражающим, сенсibiliзирующим, канцерогенным и мутагенным воздействием на организм человека и влияющие на его репродуктивную функцию; биологические – патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы и др.) и продукты их жизнедеятельности, а также животные и растения; психофизиологические – физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Травмирующие и вредные факторы производственной среды, характерные для большинства современных производств, приведены в таблице 33.

Конкретные производственные условия характеризуются совокупностью негативных факторов, а также различаются по уровням вредных факторов и риску проявления травмирующих факторов.

Таблица 33 – Травмирующие и вредные факторы производственной среды

Факторы	Источники и зоны действия фактора
<b><i>Физические</i></b>	
Запыленность воздуха рабочей зоны	Зоны переработки сыпучих материалов, участки выбивки и очистки отливок, сварки и плазменной обработки, обработки пластмасс, стеклопластиков и других хрупких материалов, участки дробления материалов и т. п.
Вибрации: общие	Виброплощадки, транспортные средства, строительные машины
локальные	Виброинструмент, рычаги управления транспортных машин

Акустические колебания:	
инфразвук	Зоны около виброплощадок, мощных двигателей внутреннего сгорания и других высокоэнергетических систем.
шум	Зоны около технологического оборудования ударного действия, устройств для испытания газов, транспортных средств, энергетических машин.
ультразвук	Зоны около ультразвуковых генераторов, дефектоскопов: ванны для ультразвуковой обработки
Статическое электричество	Зоны около электротехнического оборудования на постоянном токе, зоны окраски распылением, синтетические материалы
Электромагнитные поля и излучения	Зоны около линий электропередач, установок ТВЧ и индукционной сушки, электроламповых генераторов, телеэкранов, дисплеев, антенн, магнитов
Инфракрасная радиация	Нагретые поверхности, расплавленные вещества, излучение пламени
Лазерное излучение	Лазеры, отраженное лазерное излучение
Ультрафиолетовая радиация	Зоны сварки, плазменной обработки
Ионизирующие излучения	Ядерное топливо, источники излучений, применяемые в приборах, дефектоскопах и при научных исследованиях
Электрический ток	Электрические сети, электроустановки, распределители, трансформаторы, оборудование с электроприводом и т. д.
Движущиеся машины, механизмы, материалы, изделия, части разрушающихся конструкций и т. п.	Зоны движения наземного транспорта, конвейеров, подземных механизмов, подвижных частей станков, инструмента, передач. Зоны около систем повышенного давления, емкостей со сжатыми газами, трубопроводов, пневмогидроустановок
Высота, падающие предметы	Строительные и монтажные работы, обслуживание машин и установок
Острые кромки	Режущий и колющий инструмент, заусенцы, шероховатые поверхности, металлическая стружка, осколки хрупких материалов



Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Паропроводы, газопроводы, криогенные установки, холодильное оборудование, расплавы
<b><i>Химические</i></b>	
Загазованность рабочей зоны	Утечки токсичных газов и паров из негерметичного оборудования, испарения из открытых емкостей и при проливах, выбросы веществ при разгерметизации оборудования, окраска распылением, сушка окрашенных поверхностей
Запыленность рабочей зоны	Сварка и плазменная обработка материалов с содержанием $Cr_2O_3$ , $MnO$ , пересыпка и транспортирование дисперсных материалов, окраска распылением, пайка свинцовыми припоями, пайка бериллия и припоями, содержащими бериллий
Попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки	Гальваническое производство, заполнение емкостей, распыление жидкостей (опрыскивание, окраска поверхностей)
Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт	Ошибки при применении жидкостей, умышленные действия
<b><i>Биологические</i></b>	
Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)	Обработка материалов с применением эмульсолов
<b><i>Психофизиологические</i></b>	
Физические перегрузки: статические	Продолжительная работа с дисплеями, работа в неудобной позе
динамические	Подъем и перенос тяжестей, ручной труд
Нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов	Труд научных работников, преподавателей, студентов. Операторы технических систем, авиадиспетчеры, работа с дисплеями.

монотонность труда эмоциональные перегрузки	Наблюдение за производственным процессом. Работа авиадиспетчеров, творческих работников
--	--

Примечание. В тех случаях, когда в рабочей зоне не обеспечены комфортные условия труда, источником физических вредных факторов могут быть повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная атмосферное давление, повышенные влажность и скорость движения воздуха, неправильная организация освещения (недостаточная освещенность, повышенная яркость, пониженная контрастность, блеск, повышенная пульсация светового потока). Вредные воздействия возникают также при недостатке кислорода в воздухе рабочей зоны.

Источниками негативных воздействий на производстве являются не только технические устройства. На уровень травматизма оказывают влияние антропогенные факторы: психофизическое состояние и действия работающих. На рисунке 13 показаны статистические данные (А.В. Невский) о травматизме у строителей в зависимости от их трудового стажа.



Рисунок 13 – Статистическая кривая динамики травматизма строителей

Характер изменения травматизма в начале трудовой деятельности (I) обусловлен отсутствием достаточных знаний и навыков безопасной работы в первые трудовые дни и последующим приобретением этих навыков. Рост уровня травматизма при стаже 2–7 лет (II) объясняется во многом небрежностью, халатностью

и сознательным нарушением требований безопасности этой категорией работающих. При стаже 7–21 год динамика травматизма (III) определяется приобретением профессиональных навыков, осмотрительностью, правильным отношением работающих к требованиям безопасности. Для зоны (IV) характерно некоторое повышение травматизма, как правило, обусловленное ухудшением психофизического состояния работающих.

## **2.6. Роль опасностей техносферы в потере здоровья и смертности работающих и населения**

**Влияние опасностей окружающей среды регионов и городов.** Хорошо известны ситуации, когда загрязнение атмосферного воздуха или водоемов привело к заболеваниям или смерти значительного числа людей (таблица 34).

Таблица 34 – Отдельные случаи чрезмерно высоких загрязнений компонент биосферы и их последствия

Место и год	Вредный фактор	Патология, обусловленная загрязнением	Число пострадавших
Лондон, Великобритания, 1952	Сильное загрязнение воздуха SO <sub>2</sub> и взвешенными частицами серы	Увеличение числа случаев заболеваний сердца и легких	3 тыс. случаев смерти
Минамата, Япония, 1956	Загрязнение моря и рыбных продуктов ртутью	Неврологическое заболевание, болезнь Минамата	200 случаев тяжелых заболеваний
Бхопал, Индия, 1985	Сильное загрязнение воздуха метилизоцианатом	Острые заболевания легких	2 тыс. случаев смерти, 200 тыс. случаев отравлений

В кризисных регионах в последние десятилетия появились приоритетные заболевания, о чем свидетельствуют данные таблицы 35.

Таблица 35 – Влияние состава атмосферного воздуха на здоровье людей

Заболевания	Показатели среднемесячной заболеваемости взрослого населения на 1 тыс. человек		
	средний показатель	г. Липецк	г. Березники
Злокачественные новообразования	0,25	0,48	0,32
Эндокринная система	0,26	1,09	0,30
Органы пищеварения	1,9	12,11	6,64
Органы дыхания	14,7	32,29	24,96
Система кровообращения	3,06	18,85	11,70
Кожа	0,76	2,4	1,3
Органы чувств	1,18	4,1	3,2

Примечание. Превышение ПДК вредных веществ в воздухе г. Липецка достигало 2–6 раз; г. Березники – 2–4 раза.

Таблица 36 – Средняя продолжительность жизни людей по регионам и отдельным странам

Япония (1987 г.):	
мужчины	75,2
женщины	80,9
США (1987 г.):	75
Африка (1990 г.)	54
СССР, мужчины (1991 г.)	65 (63,9)
Северные районы СССР, мужчины (1991 г.)	40–44

В настоящее время можно утверждать, что в крупных городах, промышленных центрах и вокруг них формируются очаги патологии человеческих популяций. По данным специалистов, здоровье населения ухудшается на 20–25 % из-за низкого качества окружающей среды и продуктов питания; при этом ежегодно от экологических заболеваний на планете умирает 1,6 млн человек.

**Качество среды обитания** – степень соответствия параметров среды потребностям людей и других живых организмов. Их требования к качеству среды обитания достаточно консервативны, поэтому техносфера по качеству не должна значительно отличаться от природной среды.

По данным ООН (1989), средняя продолжительность жизни на Земле составляла 62 года (63 – у женщин и 60 – у мужчин), а в 2025 г. достигнет 72,5 года. По регионам и отдельным странам средняя продолжительность жизни людей различается весьма существенно (таблица 36):

В России в 2000 г. средняя продолжительность жизни составила 65,9 года.

Показатели сокращения продолжительности жизни (СПЖ) работающих или проживающих во вредных условиях пока еще редко используются для оценки негативного влияния этих условий (таблица 37). Некоторые их значения уже известны.

Таблица 37 – Показатели сокращения продолжительности жизни (СПЖ) работающих или проживающих во вредных условиях

Условие обитания	СПЖ, сут.	Относительное СПЖ
Курение по 20 сигарет в день в течение 45 лет	2250	0,9
Работа в угольной шахте	1100	0,951
Проживание в неблагоприятных условиях	500	0,978
Загрязнение воздуха в крупных городах	350	0,985

Младенческая смертность (данные ООН, 1989 г.) в мире составляет в среднем 71 случай на 1000 новорожденных. В развитых странах она существенно ниже и равна, например, в США – 10, в скандинавских странах – 12–14, в России в 2001 г. – 14,6. Снижение рождаемости и сокращение продолжительности жизни населения, повышенная младенческая смертность в последние годы привели к тому, что в 42 регионах России в 1991 г. рождаемость оказалась ниже смертности. По данным Госкомстата России, в 1992 г. впервые за послевоенные годы произошло абсолютное сокращение численности жителей России: население уменьшилось более чем на 70 тыс. и составило 148,6 млн человек. В дальнейшем эта тенденция сохранится. В 2002 г. (по переписи) население России составило 145 млн человек, а к 2050 г., по прогнозам, оно уменьшится до 121,3 млн человек.

**Влияние производственной среды.** Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве от травмирующих факторов погибают около 200 тыс. человек и получают травмы 120 млн человек. В России производственный травматизм со смертельным исходом в 1999 г. составлял 4259 человек, что соответствует  $K_{\text{СИ}} = 0,144$  и  $R_{\text{СИ}} = 1,44 \cdot 10^{-4}$ . В 2001 г. в России  $K_{\text{СИ}} = 0,150$ , а  $K_{\text{ч}} = 5,0$ .

Воздействие вредных производственных факторов на человека сопровождается ухудшением здоровья, возникновением профессиональных заболеваний, а иногда и сокращением продолжительности жизни.

О влиянии параметров микроклимата на самочувствие человека в состоянии покоя и при выполнении работ средней тяжести свидетельствуют данные таблицы 38.

Таблица 38 – Зависимость состояния человека от изменения параметров микроклимата

Состояние	Температура рабочей зоны, С°	Влажность, %	Частота пульса, 1/мин
Покой	27	80	60
	32	90	110
Работа средней тяжести	27	80	120
	32	90	150

С ростом температуры воздуха рабочей зоны сверх оптимального значения (16–18 °С) снижается относительная работоспособность (таблица 39):

Таблица 39 – Температура воздуха и работоспособность

Температура воздуха рабочей зоны, °С	16–18	25–27	30–32
Относительная работоспособность (выполнение тяжелых работ при относительной влажности 100 %)	1,0	0,5	0,2

Неудовлетворительное освещение является одной из причин повышенного утомления, особенно при напряженных зрительных работах. Продолжительная работа при недостаточном освещении приводит к снижению производительности труда, увеличению брака, повышению вероятности нарушения зрения. Е.А. Никитиной показано, что нормализация освещения снижает утомление

в 1,5–2 раза, брак в работе – на 3–5 %, повышает производительность на 1,5–2 %.

Экспертная оценка условий труда в экономике России показала, что в 2001 г. в целом по России в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, работало 18,8 % от общего числа работающих. Не соответствовали нормативным допустимым требованиям условия труда по ряду основных вредных факторов (таблица 40):

Таблица 40 – Несоответствие условия труда нормативным допустимым требованиям по ряду вредных факторов

Вредные факторы	Доля работающих в неблагоприятных условиях, %
Загазованность, запыленность	3
Неблагоприятные температурные режимы	2,3
Повышенный шум	1,8
Недостаточное освещение	1,8
Повышенная вибрация	0,5

Долю заболевших вибрационной болезнью (%) в зависимости от профессии и стажа работы характеризуют данные Ю.М. Васильева (таблица 41):

Таблица 41 – Доля заболевших вибрационной болезнью в зависимости от профессии и стажа работы, %

Стаж работы, лет	5	10	15	20	25
Слесарь	0	0	4	21	54
Формовщик	0,5	2,3	14	40	72
Обрубщик	0	11	49	86	89

В условиях повышенного шума нарушение слуха зависит от стажа работы и эквивалентного уровня звука (таблица 42).

Таблица 42 – Нарушение слуха в условиях повышенного шума

Эквивалентный уровень звука, дБА	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110
Стаж работы, лет	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25
Доля заболевших тугоухостью, %	0	4	14	17	12	37	43	26	71	78

Вследствие воздействия вредных производственных факторов в России в 2001 г. получили первичные профзаболевания 11 345 человек, в том числе 2803 женщины. Острые профзаболевания и отравления со смертельным исходом возникли у 198, а хронические профотравления – у 55 человек.

Профессиональные заболевания возникают, как правило, у длительно работающих в запыленных или загазованных помещениях: у лиц, подверженных воздействию шума и вибраций, а также занятых тяжелым физическим трудом.

**Влияние чрезвычайных ситуаций.** В 2000 г. в России [19] из-за природных стихийных явлений было 282 чрезвычайные ситуации. К наиболее опасным относятся землетрясения, природные пожары, сильные дожди и снегопады, сели, обвалы, сильные морозы и др. В результате природных ЧС в 2000 г. погибло 48 человек (в 1999 г. – 43 чел.). Только от весеннего половодья и паводков на территории 26 субъектов России произошло 41 ЧС с материальным ущербом 1,6 млрд руб. (рисунок 14).



Рисунок 14 – Тенденции изменения в XX в. численности погибших вследствие: 1 – стихийных бедствий; 2 – воздействия производственных негативных факторов; 3 – загрязнения техносферы и биосферы; 4 – чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения

Экономический ущерб от стихийных бедствий в мире составил: в 1989 г. – 7, в 1993 г. – 27, в 1995 г. – 35 млрд долларов.



В 606 техногенных ЧС, произошедших в России в 2000 г. (в 1999 г. – 856 ЧС), погибло 976 и пострадало 2958 человек (в 1999 г. – соответственно, 1149 и 3551). Несмотря на снижение общего числа ЧС, ущерб окружающей среде от их воздействия нарастает. Так, только в 2000 г. в результате 147 аварий, произошедших в 13 субъектах России, ущерб окружающей среде составил более 16 млн руб.

За семь месяцев 2000 г. в России произошло более 130 тыс. пожаров, что на 10 % меньше, чем за аналогичный период прошлого года. В огне погибло 8633 человека (в том числе 391 ребенок), получили травмы 8139 человек. Наибольшее количество пожаров (74,7 %) произошло в жилом секторе [19].

В ряде стран производственный травматизм с летальным исходом в последние годы снижается, что является результатом эффективности принимаемых мер защиты. Уровни и масштабы воздействия других негативных факторов постоянно нарастают.

Оценивая влияние негативных воздействий техносферы на человека и природную среду, не следует забывать, что ряд негативных факторов не ограничивает свое влияние только первичным воздействием. Некоторые факторы способны вызывать вторичные негативные явления в окружающей среде. К ним, в первую очередь, относят:

- разрушение озонового слоя;
- образование фотохимического смога;
- выпадение кислотных дождей;
- возникновение парникового эффекта.

Начиная с середины XX столетия резко возросло воздействие на людей региональных негативных факторов крупных городов и промышленных центров. Ряд негативных воздействий имеют уже глобальное влияние. Нарастает влияние и негативных факторов техногенного происхождения, действующих в чрезвычайных ситуациях.

Под влиянием негативных воздействий изменяются окружающий нас мир и его восприятие человеком, происходят изменения в процессах деятельности и отдыха людей, в организме человека возникают патологические изменения, приводящие к потере здоровья, а иногда и к его гибели.

### Глава 3. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Системы защиты по принципу действия бывают пассивные и активные.

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

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

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

### 3.1. Основные принципы защиты населения

Основными принципами защиты населения являются:

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

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

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

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

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

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

**6. Принцип достаточности** – объем принимаемых мер защиты должен обеспечивать приемлемый уровень безопасности (в РФ законодательно пока не установлен).

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

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

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

1. Установление уровня приемлемого риска и механизма государственного регулирования безопасности, исходя из экономических и социальных факторов.

2. Мониторинг окружающей среды и анализ риска для жизнедеятельности населения.

3. Рациональное распределение средств на превентивные меры по снижению риска и меры по смягчению последствий ЧС.

4. Осуществление мер предупредительного характера по снижению риска ЧС.

5. Проведение спасательных и восстановительных работ при ЧС.

Меры защиты осуществляются по двум основным направлениям:

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

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

В качестве мер защиты могут рассматриваться:

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

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

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

развития соответствующих регионов, городов и населенных пунктов и оборудованные в соответствии с требованиями и нормативами временного размещения, обеспечения жизни и быта людей;

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

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

### **3.2. Защита человека от физических негативных факторов**

Защита человека от физических негативных факторов осуществляется тремя основными методами: ограничением времени пребывания в зоне действия физического поля, удалением от источ-



ника поля и применением средств защиты, из которых наиболее распространены экраны, снижающие уровень физического поля. Эффективность экранирования принято выражать в децибелах.

### **Защита от вибрации**

Для защиты от вибрации необходимо применять следующие методы:

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

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

**Отстройка от резонансных частот** заключается в изменении режимов работы машины и, соответственно, частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы (например, установка ребер жесткости) или изменения массы системы (например, закрепление на машине дополнительных масс).

**Вибродемпфирование** – это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов внутреннего трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимо-

го преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция.

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

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

**Повышение жесткости системы**, например, путем установки ребер жесткости.

**Виброизоляция** заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи, равным отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации.

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

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

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

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

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

**Виброзащитные рукоятки** предназначаются для защиты от локальной вибрации рук оператора.

По месту расположения виброизоляторов рукоятки классифицируются на:

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

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

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

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

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

### 3.3. Защита от шума, инфра- и ультразвук

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Особенности защиты от инфра- и ультразвука**

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

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



Другими мероприятиями по борьбе с инфразвуком являются:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот, где становятся эффективными звукоизоляция и звукопоглощение;
- устранение низкочастотных вибраций;
- применение глушителей реактивного типа.

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

#### **3.4. Защита от электромагнитных полей и излучений**

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

В частности, следует различать особенности защиты от:

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

Общими методами защиты от электромагнитных полей и излучений являются следующие:

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

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

### **Защита от переменных электромагнитных полей и излучений**

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

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

**Увеличение расстояния от источника излучения.** В дальней зоне излучения, т. е. на расстояниях примерно больших  $1/6$  длины волны излучения, плотность потока энергии (ППЭ) уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния, а напряженности электрического и магнитного полей – обратно пропорционально расстоянию. Из вышеизложенного следует: при увеличении расстояния от источника излучения в 2 раза ППЭ уменьшается в 4 раза, а напряженности – в 2 раза.

В ближней зоне излучения при расстояниях, меньших примерно  $1/6$  длины волны излучения, напряженность электрического поля уменьшается обратно пропорционально кубу, а магнитного

поля – квадрату расстояния для электрических излучателей, например, для высоковольтных линий электропередач промышленной частоты. Для магнитных излучателей наоборот – напряженность магнитного поля снижается обратно пропорционально кубу, а электрического поля – квадрату расстояния. Энергия в ближней зоне не излучается.

**Уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения.** Определяющей последствием облучения для человека является энергетическая нагрузка (ЭН), которая зависит от времени ( $T$ ) воздействия облучения.

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

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

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

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

**Экранирование излучений.** Экранируют либо источники излучения, либо зоны, где может находиться человек. Экраны могут быть замкнутыми (полностью изолирующими излучающее устройство или защищаемый объект) или незамкнутыми, различной формы и размеров, выполненными из сплошных, перфорированных, сотовых или сетчатых материалов. Экраны частично отражают и частично поглощают электромагнитную энергию.

По степени отражения и поглощения их условно разделяют на отражающие и поглощающие экраны.

**Отражающие экраны** выполняют из хорошо проводящих материалов, например, стали, меди, алюминия толщиной не менее 0,5 мм из конструктивных и прочностных соображений. Кроме сплошных, перфорированных, сетчатых и сотовых экранов могут применяться: фольга, наклеиваемая на несущее основание; токопроводящие краски (для повышения проводимости красок в них добавляют порошки коллоидного серебра, графита, сажи, окислов металлов, меди, алюминия), которыми окрашивают экранирующие поверхности; экраны с металлизированной со стороны падающей электромагнитной волны поверхностью.

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

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

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

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

При расположении излучателей в помещениях электромагнитные волны могут отражаться от стен и перекрытий. В результате в помещении могут создаваться зоны с повышенной плотностью энергии излучения. Поэтому стены и перекрытия таких помещений необходимо выполнять с плохо отражающей поверхностью. Окрашивать стены и потолки нужно извлектовой и меловой краской. Нельзя использовать масляную краску (она отражает до 30 % электромагнитной энергии), облицовывать стены кафелем. Поверхности помещения, в которых находятся излучатели повышенных мощностей, облицовывают радиопоглощающим материалом.

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

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

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

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

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

Эффективность костюма может достигать 25–30 дБ. Для защиты глаз применяют очки специальных марок с металлизиро-

ванными стеклами. Поверхность стекол покрыта пленкой диоксида олова. В оправе вшита металлическая сетка, и она плотно прилегает к лицу для исключения проникновения излучения сбоку. Эффективность очков оценивается в 25–35 дБ.

### *Защита от постоянных электрических и магнитных полей*

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

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

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

**Магнитостатическое экранирование** заключается в замыкании магнитного поля в толще экрана, происходящем из-за его повышенной магнитопроводимости. Поэтому магнитостатический экран должен обладать большой магнитной проницаемостью. Такие экраны изготавливают из стали, железа, никелевых сплавов (пермаллоя). Для получения надежного экранирования стенки экрана приходится делать сравнительно толстыми, чтобы уменьшить сопротивление магнитному потоку. В ряде случаев экраны делают из нескольких слоев, и они получаются громоздкими.

Щели и прорези в экране не должны идти поперек ожидаемого направления линий магнитной индукции, так как это уменьшает магнитопроводимость и ухудшает экранирующие свойства экрана.

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

### 3.5. Защита от лазерного излучения

Для выбора средств защиты лазеры классифицируются по степени опасности:

- **класс I (безопасные)** – выходное излучение не представляет опасности для глаз и кожи;
- **класс II (малоопасные)** – выходное излучение представляет опасность для глаз прямым и зеркально отраженным излучением;
- **класс III (опасные)** – опасно для глаз прямое, зеркальное, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и для кожи прямое и зеркально отраженное облучение;
- **класс IV (высокоопасные)** – опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Энергия лазерного луча уменьшается с расстоянием. Вокруг лазеров определяется граница лазерно-опасной зоны, которая может быть обозначена на полу помещения линией.

Наиболее эффективным методом защиты от ЛИ является экранирование. Луч лазера передается к мишени по волноводу (световоду) или огражденному экраном пространству.

Для снижения уровня отраженного излучения линзы, призмы и другие предметы с зеркально отражающей поверхностью, устанавливаемые на пути луча, снабжаются блендами. Для защиты от отраженного облучения от объекта (мишени) применяются диафрагмы с отверстием, немного превышающим диаметр луча. В этом случае через отверстие диафрагмы проходит только прямой луч, а отраженное излучение от мишени попадает на диафрагму, которая поглощает и рассеивает энергию.

На открытых площадках обозначаются опасные зоны и устанавливаются экраны, предотвращающие распространение излучений за пределы зон. Экраны могут быть непрозрачными и прозрачными.

Непрозрачные экраны изготавливаются из металлических листов (стали, дюралюминия и др.), гитенакса, пластика, текстолита, пластмасс.

Прозрачные экраны изготавливаются из специальных стекол светофильтров или неорганического стекла со спектральной характеристикой, соответствующей длине волны излучения лазера.

Приведение лазера в рабочее состояние обычно блокируется установкой защитного устройства. Генератор и лампы накачки лазера заключаются в светонепроницаемую камеру. Лампы накачки должны иметь блокировку, исключающую вспышку лампы при открытом положении камеры.

Для основного луча каждого лазера выбираются направление и зона, в которых исключается пребывание людей. Работы с лазерными установками проводятся в отдельных помещениях или специально отгороженных частях помещения. Само помещение изнутри, оборудование и другие предметы не должны иметь зеркально отражающих поверхностей, если на них может падать прямой или отраженный луч лазера. Эти поверхности окрашиваются в матовые цвета.

Для мишени рекомендуется темная окраска. В помещении должна быть создана хорошая освещенность. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен быть не менее 1,5 %, а общее искусственное освещение не менее 150 лк.

При эксплуатации импульсных лазеров с высокой энергией излучения должно применяться дистанционное управление. Лазеры IV класса опасности обязательно располагаются в отдельном помещении и снабжаются дистанционным управлением. Присутствие в помещении людей при работе такого лазера не допускается.

**Средства индивидуальной защиты** применяются при недостаточности для защиты средств коллективной защиты. К СИЗ относятся технологические халаты, перчатки (для защиты кожных



покровов), специальные очки, маски, щитки (для защиты глаз). Халаты изготавливают из хлопчатобумажной ткани белого, светло-зеленого или голубого цвета. Очки снабжены оранжевыми, сине-зелеными и бесцветными стеклами специальных марок, обеспечивающими защиту от лазерного излучения определенных диапазонов длин волн. Поэтому выбор очков должен соответствовать длине волны лазерного излучения.

### **Защита от инфракрасного (теплого) излучения**

Для защиты от теплового излучения применяются СКЗ и СИЗ. Основными методами защиты являются: теплоизоляция рабочих поверхностей источников излучения теплоты, экранирование источников или рабочих мест, воздушное душирование рабочих мест, радиационное охлаждение, мелкодисперсное распыление воды с созданием водяных завес, общеобменная вентиляция, кондиционирование.

Средства защиты от теплового излучения должны обеспечивать: тепловую облученность на рабочих местах не более 0,35 кВт/м<sup>2</sup>, температуру поверхности оборудования не более 35 °С при температуре внутри источника теплоты до 100 и 45 °С при температуре внутри источника теплоты более 100 °С.

**Теплоизоляция** горячих поверхностей (оборудования, сосудов, трубопроводов и т. д.) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает общее выделение теплоты, в том числе ее лучистую часть, излучаемую в инфракрасном диапазоне ЭМИ. Для теплоизоляции применяют материалы с низкой теплопроводностью.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

**Мастичную изоляцию** осуществляют путем нанесения на поверхность изолируемого объекта изоляционной мастики.

**Оберточная изоляция** изготавливается из волокнистых материалов – асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. и наиболее пригодна для трубопроводов и сосудов.

**Засыпная изоляция** в основном используется при прокладке трубопроводов в каналах и коробах. Для засыпки применяют, например, керамзит.

**Штучная изоляция** выполняется формованными изделиями – кирпичом, матами, плитами и используется для упрощения изоляционных работ.

**Комбинированная изоляция** выполняется многослойной. Первый слой обычно выполняют из штучных изделий, последующие – мастичные и оберточные материалы.

**Теплозащитные экраны** применяют для экранирования источников лучистой теплоты, защиты рабочего места и снижения температуры поверхностей предметов и оборудования, окружающих рабочее место. Теплозащитные экраны поглощают и отражают лучистую энергию. Различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По конструктивному выполнению экраны подразделяются на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

**Непрозрачные экраны.** Экраны выполняются в виде каркаса с закрепленным на нем теплопоглощающим материалом или нанесенным на него теплоотражающим покрытием.

В качестве отражающих материалов используют алюминиевую фольгу, алюминий листовой, белую жель; в качестве покрытий – алюминиевую краску.

Для непрозрачных поглощающих экранов используется теплоизоляционный кирпич, асбестовые щиты.

Непрозрачные теплоотводящие экраны изготавливаются в виде полых стальных плит с циркулирующей по ним водой или водовоздушной смесью, что обеспечивает температуру на наружной поверхности экрана не более 30–35 °С.

**Полупрозрачные экраны** применяют в тех случаях, когда экран не должен препятствовать наблюдению за технологическим процессом и вводу через него инструмента и материала. В качестве полупрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические сетки с размером ячейки 3–3,5 мм, завесы в виде подвешенных цепей. Для экранирования кабин и пультов управления, в которые должен проникать свет используют стекло, ар-

мированное стальной сеткой. Полупрозрачные теплоотводящие экраны выполняют в виде металлических сеток, орошаемых водой, или в виде паровой завесы.

**Прозрачные экраны** изготавливают из бесцветных или окрашенных стекол – силикатных, кварцевых, органических. Обычно такими стеклами экранируют окна кабин и пультов управления. Теплоотводящие прозрачные экраны выполняют в виде двойного остекления с вентилируемой воздухом воздушной прослойкой, водяных и вододисперсных завес.

**Воздушное душирование** представляет собой подачу на рабочее место приточного прохладного воздуха в виде воздушной струи, создаваемой вентилятором. Могут применяться стационарные источники струи и передвижные в виде перемещаемых вентиляторов. Струя может подаваться сверху, снизу, сбоку и веером.

**Средства индивидуальной защиты.** Применяется теплозащитная одежда из хлопчатобумажных, льняных тканей, грубодисперсного сукна. Для защиты от инфракрасного излучения высоких уровней используют отражающие ткани, на поверхности которых нанесен тонкий слой металла. Для работы в экстремальных условиях (тушение пожаров и др.) используются костюмы с повышенными теплозащитными свойствами.

### **Защита от ультрафиолетового излучения**

Для защиты от ультрафиолетового излучения применяют специальные светофильтры, не пропускающие ЭМИ ультрафиолетового диапазона. Светофильтрами снабжаются смотровые окна установок, внутри которых возникает излучение УФ-диапазона (установки газо-электросварки и резки, плазменной обработки материала; печи, использующие в качестве нагревательных элементов мощные лампы; устройства накачки лазеров). Применяются также противосолнечные экраны и навесы.

В качестве **средств индивидуальной защиты** применяются светозащитные очки и щитки, для защиты кожи – защитная одежда, рукавицы, специальные кремы. Наиболее характерно применение таких СИЗ при проведении газо- и электросварочных работ.

### 3.6. Защита от ионизирующих излучений (радиации)

Для защиты от ионизирующих излучений применяют следующие методы и средства:

- снижение активности (количества) радиоизотопа, с которым работает человек;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- экранирование излучения с помощью экранов и биологических защит;
- применение средств индивидуальной защиты.

Под точечным источником понимают источник, размеры которого значительно меньше расстояния, на котором рассматривается его действие; под изотропным источником понимают источник одного радионуклидного состава с равномерно распределенной активностью.

Защищаться от ионизирующих излучений можно путем уменьшения активности радиоактивного источника, времени пребывания в поле ионизирующего излучения и удалением от источника излучения, причем поглощенная доза обратно пропорциональна квадрату расстояния.

**Экранирование ионизирующего излучения.** Если указанных мер защиты временем, расстоянием, количеством недостаточно для снижения уровня излучения до допустимых величин, между источником излучения и защищаемым объектом (человеком) устанавливают защиту (экраны).

**Выбор материала защитного экрана** определяется видом и энергией излучения.

**Альфа-излучение.** Альфа-частицы тяжелые, поэтому, хотя и обладают высокой ионизирующей способностью, быстро теряют свою энергию. Для защиты от альфа-излучения достаточно 10 см слоя воздуха.

При близком расположении от альфа-источника обычно применяют экраны из органического стекла. Однако распад альфа-нуклида может сопровождаться бета- и гамма-излучением. В этом случае должна устанавливаться защита от этих видов излучений.

**Бета-излучение.** Для защиты от бета-излучения рекомендуется использовать материалы с малой атомной массой (алюминий, плексиглас, карболит), которые дают наименьшее тормозное гамма-излучение, обычно сопровождающее поглощение бета-частиц. Для комплексной защиты от бета- и тормозного гамма-излучения применяют комбинированные двух- и многослойные экраны, у которых со стороны источника излучения устанавливают экран из материала с малой атомной массой, а за ним – с большой атомной массой (свинец, сталь и т. д.).

**Гамма- и рентгеновское излучение.** Для защиты от гамма- и рентгеновского излучения, обладающих очень высокой проникающей способностью, применяют материалы с большой атомной массой и плотностью (свинец, вольфрам и пр.), а также сталь, железо, бетон, чугун, кирпич. Однако, чем меньше атомная масса вещества экрана и чем меньше плотность защитного материала, тем большая толщина экрана требуется для требуемой кратности ослабления.

**Нейтронное излучение.** Лучшими для защиты от нейтронного излучения являются водородсодержащие вещества, т. е. вещества, имеющие в своей химической формуле атомы водорода. Обычно применяют воду, парафин, полиэтилен. Кроме того, нейтронное излучение хорошо поглощается бором, бериллием, кадмием, графитом. Поскольку нейтронные излучения сопровождаются гамма-излучениями, необходимо применять многослойные экраны из различных материалов: свинец – полиэтилен, сталь – вода и т. д. В ряде случаев для одновременного поглощения нейтронного и гамма-излучений применяют водные растворы гидроокисей тяжелых металлов, например, гидроокиси железа  $Fe_2(OH)_3$ .

Конструкции защитных устройств разнообразны. Они могут выполняться в виде защитных боксов, сейфов для хранения радиоактивных препаратов, передвижных и стационарных экранов. При выделении радиоактивной пыли и газов боксы снабжаются вытяжной вентиляцией.

Помещения, предназначенные для работы с радиоактивным препаратами, должны быть отдельными, изолированными от других

помещений и специально оборудованными. Стены, потолки и двери делают гладкими, не имеющими пор и трещин. Все углы помещения закругляют для облегчения уборки помещения от радиоактивной пыли. Стены покрывают масляной краской на высоту 2 м, а при поступлении в воздушную среду помещения радиоактивных аэрозолей или паров как стены, так и потолки покрывают масляной краской полностью. Помещения оборудуют хорошей приточно-вытяжной вентиляцией, проводят ежедневную влажную уборку.

**Средства индивидуальной защиты.** Для защиты человека от внутреннего облучения при попадании радиоизотопов внутрь организма с вдыхаемым воздухом применяют респираторы (для защиты от радиоактивной пыли), противогазы (для защиты от радиоактивных газов).

При работе с радиоактивными изотопами в качестве основной спецодежды применяют халаты, комбинезоны, полукombineзоны из неокрашенной хлопчатобумажной ткани, а также хлопчатобумажные шапочки.

При опасности значительного загрязнения помещения радиоактивными изотопами поверх хлопчатобумажной одежды надевают пленочную (нарукавники, брюки, фартук, халат, костюм), покрывающую все тело или места возможного наибольшего загрязнения. В качестве материалов для пленочной одежды применяются пластики, резину и другие материалы, которые легко очищаются от радиоактивных загрязнений. При использовании пленочной одежды в ее конструкции предусматривается принудительная подача воздуха под костюм и нарукавники.

При работе с радиоактивными изотопами высокой активности используют перчатки из просвинцованной резины.

При высоких уровнях радиоактивного загрязнения применяют пневмокостюмы из пластических материалов с принудительной подачей чистого воздуха под костюм.

Для защиты глаз применяют очки закрытого типа со стеклами, содержащими фосфат вольфрама или свинец. При работе с альфа- и бета-препаратами для защиты лица и глаз используют защитные щитки из оргстекла.

На ноги надевают пленочные туфли или бахилы и чехлы, снимаемые при выходе из загрязненной зоны.

### **3.7. Методы и средства обеспечения электробезопасности**

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это может произойти при:

- двухфазном включении в цепь;
- при однофазном включении в цепь – провода, клеммы, шины и т. д.;
- при контакте человека с нетоковедущими частями оборудования (корпус станка, прибора), конструктивными элементами здания, оказавшимися под напряжением в результате нарушения изоляции проводки и токоведущих частей.

Снизить ток, протекающий через тело человека в этом случае, можно либо за счет увеличения электрического сопротивления цепи (например, за счет применения СИЗ), либо за счет уменьшения потенциала корпуса и потенциала земли.

Для защиты от поражения электрическим током применяются следующие технические меры защиты:

- малые напряжения;
- электрическое разделение сетей;
- электрическая изоляция;
- защита от опасности при переходе с высшей стороны на низшую;
- контроль и профилактика повреждения изоляции;
- защита от случайного прикосновения к токоведущим частям;
- защитное заземление, зануление, защитное отключение;
- применение индивидуальных защитных средств.

Применение защитных мероприятий и средств регламентируется «Межотраслевыми правилами по охране труда (технике безопасности) при эксплуатации электроустановок» и зависит от категории помещения по степени электрической опасности.

**Применение малых напряжений.** Малое напряжение – это напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях до 10 В. При таком напряжении ток, как правило, не превышает 1–1,5 мА. Однако в помещениях повышенной опасности и особо опасных ток может значительно превысить эту величину, что представляет опасность поражения человека.

На практике применение очень малых напряжений ограничено шахтерскими лампами (2,5 В) и некоторыми бытовыми приборами (карманными фонарями, игрушками и т. п.). На производстве для повышения безопасности применяют напряжения 12 В и 36 В. В помещениях с повышенной опасностью для переносных электрических устройств рекомендуется применять напряжение 36 В. В особо опасных помещениях ручной электроинструмент питается напряжением 36 В, а ручные электролампы – 12 В. Однако в таких помещениях эти напряжения не обеспечивают полной безопасности, а лишь существенно снижают опасность поражения электрическим током.

Источником малого напряжения может быть батарея гальванических элементов, аккумулятор, трансформатор. Наиболее часто применяют понижающие трансформаторы, они просты и надежны в работе. Однако при их работе не исключается возможность перехода высокого напряжения первичной обмотки на вторичную обмотку малого напряжения. В этом случае опасность поражения становится равноценной опасности прикосновения к токоведущим частям высокого напряжения. Для уменьшения опасности вторичная обмотка трансформатора заземляется или зануляется. Применение в качестве источника малого напряжения автотрансформатора запрещено, так как при этом сеть малого напряжения постоянно электрически связана с сетью высокого напряжения. Применение малых напряжений 12, 36 и 42 В ограничивается ручным электрофицированным инструментом, ручными переносными лампами и лампами местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.



**Электрическое разделение сетей.** Разветвленная электрическая сеть большой протяженности имеет значительную емкость и небольшое сопротивление изоляции фаз относительно земли. В этом случае даже прикосновение к одной фазе является очень опасным. Если единую, сильно разветвленную сеть разделить на ряд небольших сетей такого же напряжения, которые будут обладать небольшой емкостью и высоким сопротивлением изоляции, то опасность поражения резко снижается.

Обычно электрическое разделение сетей осуществляется путем подключения отдельных электроустановок через разделительные трансформаторы. Защитное разделение сетей применяется в электроустановках напряжением до 1000 В, эксплуатация которых связана с повышенной степенью опасности, например, в передвижных установках, ручном электрофицированном инструменте и т. п.

**Электрическая изоляция** – это слой диэлектрика, которым покрывают поверхность токоведущих элементов, или конструкция из непроводящего материала, с помощью которой токоведущие элементы отделяют от других частей электроустановки.

В электроустановках применяют следующие виды изоляции:

- *рабочая изоляция* – электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током;
- *дополнительная изоляция* – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции;
- *двойная изоляция* – это изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;
- *усиленная изоляция* – улучшенная рабочая изоляция, которая обеспечивает такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

**Контроль и профилактика поврежденной изоляции** – важнейший элемент обеспечения электробезопасности. При вводе в эксплуатацию новых или прошедших ремонт электроустановок

проводятся приемо-сдаточные испытания с контролем сопротивления изоляции. На работающем оборудовании проводится эксплуатационный контроль изоляции в сроки, установленные нормативами. Контроль сопротивления изоляции осуществляет электротехнический персонал с помощью мегаомметров.

**Защита от прикосновения к токоведущим частям установок.** Прикосновение к токоведущим частям всегда может быть опасным даже в сетях до 1000 В и с хорошей изоляцией фаз. При напряжениях свыше 1000 В опасно даже приближение к токоведущим частям. В электроустановках напряжением до 1000 В применение изолированных проводов уже обеспечивает достаточную защиту от напряжения при прикосновении. Изолированные провода, находящиеся под напряжением свыше 1000 В, опасны. Для исключения опасности прикосновения к токоведущим частям необходимо обеспечить их недоступность. Это достигается посредством ограждения и расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Ограждения применяют сплошные и сетчатые с размером ячейки сетки 25 × 25 мм. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек применяют в электроустановках до 1000 В.

Съемные крышки, закрепленные болтами, не обеспечивают надежной защиты, так как их часто снимают, теряют. Более надежно применение откидывающихся крышек, закрепленных на шарнирах и запирающихся на замок. Сетчатые ограждения применяют в установках напряжением до и выше 1000 В.

**Защитным заземлением** называется преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.

**Принцип действия защитного заземления** – уменьшение напряжения прикосновения при замыкании на корпус за счет уменьшения потенциала корпуса электроустановки и подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленной установки.

Заземление может быть эффективным только в том случае, если ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением

сопротивления заземления. В сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В заземление неэффективно, так как ток замыкания на землю зависит от сопротивления заземления и при его уменьшении ток возрастает.

Поэтому защитное заземление применяется в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением выше 1000 В как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

**Заземляющее устройство** – это совокупность заземлителя – металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземленные части электроустановки с заземлителем. Заземляющие устройства бывают двух типов: выносные, или сосредоточенные, и контурные, или распределенные.

**Выносное заземляющее устройство** характеризуется тем, что заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. При работе выносного заземления потенциал основания, на котором находится человек, равен или близок к нулю (в зависимости от удаленности человека от заземлителя). Защита человека осуществляется лишь за счет малого электрического сопротивления заземления, так как в соответствии с законом Ома больший ток будет протекать по той ветви разветвленной цепи, которая имеет меньшее электрическое сопротивление. Такой тип заземляющего устройства обеспечивает в ряде случаев недостаточно высокую степень защиты человека, а лишь уменьшает опасность или тяжесть поражения электрическим током. Поэтому его применяют лишь при малых значениях тока замыкания на землю и, в частности, в установках напряжением до 1000 В. Достоинством такого типа заземляющего устройства является возможность выбора места размещения заземлителя с наименьшим сопротивлением грунта (сырое, глинистое, в низинах и т. п.).

**Контурное заземляющее устройство** характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, или распределяют на всей площадке (зоне обслуживания оборуду-

дования) равномерно. Безопасность при контурном заземлении обеспечивается выравниванием потенциала основания и его повышением до значений, близких к потенциалу корпуса оборудования. В результате обеспечивается высокая степень защиты от прикосновения к корпусу оборудования, оказавшегося под напряжением, и от шагового напряжения. Поэтому контурное заземление применяют при высокой степени электроопасности и при напряжениях свыше 1000 В.

**Выполнение заземляющих устройств.** Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле предметы, используемые для других целей.

**Для искусственных заземлителей** применяют вертикальные либо горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов применяют обычно стальные трубы диаметром 3–5 см, уголки размером от 40 × 40 до 60 × 60 мм длиной 2,5–3,5 м, прутки диаметром 10–12 мм и длиной до 10 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода используют стальные полосы сечением не менее 4 × 12 мм или стальные прутки диаметром не менее 6 мм. Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншею глубиной 0,7–0,8 м, после чего забивают электроды.

В качестве *естественных заземлителей* можно использовать проложенные в земле водопроводные и другие трубы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией; металлические конструкции и арматуру железобетонных конструкций зданий; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле, и т. п.

Согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок, электрическое сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

- 4 Ом в установках напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью (при мощности источника тока – генератора или трансформатора менее 100 кВт допускается не более 10 Ом);

- 0,5 Ом в установках напряжением свыше 1000 В с изолированной нейтралью;
- в установках с заземленной нейтралью сопротивление заземления определяют расчетом исходя из требований по допустимому напряжению прикосновения.

Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей и животных. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках заземление является обязательным при напряжении электроустановки свыше 42 В переменного и свыше 110 В постоянного тока.

В помещениях без повышенной опасности заземление электроустановок необходимо при напряжениях свыше 380 В переменного и 440 В постоянного тока. Во взрывоопасных помещениях заземление выполняют в любом случае независимо от напряжения установок.

**Занулением** называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей установок, которые могут оказаться под напряжением. Зануление применяют в четырехпроводных сетях с напряжением до 1000 В и с глухозаземленной нейтралью.

*Нулевым защитным проводником* называется проводник, соединяющий зануляемые части установки с заземленной нейтралью источника тока (генератора, трансформатора) или с нулевым рабочим проводником, который в свою очередь соединен с нейтралью источника тока.

**Устройства защитного отключения (УЗО)** – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения человека электрическим током. Опасность может возникнуть при замыкании фазы на корпус, при снижении электрического сопротивления фаз относительно земли ниже определенного предела и по ряду других причин. В этих случаях происходит изменение определенных параметров электрической сети. При выходе контро-

лируемого параметра за допустимые пределы подается сигнал на защитно-отключающее устройство, которое обесточивает установку или электросеть. УЗО должны обеспечивать отключение неисправной электроустановки за время не более 0,2 с. Типы применяемых УЗО разнообразны в зависимости от того, какой параметр электрической сети они контролируют.

Основными элементами всех типов УЗО являются: *прибор защитного отключения* – совокупность элементов, реагирующих на изменение контролируемого параметра сети (как правило, основным элементом является реле соответствующего типа, например, реле напряжения или тока), и *автоматический выключатель* – устройство, служащее для соединения и разрыва цепей, он автоматически разрывает цепь питания электроустановки при поступлении сигнала от прибора защитного отключения.

**Средства индивидуальной защиты – электрозащитные средства (ЭЗС).** К СИЗ от поражения электрическим током относятся изолирующие средства, которые делятся на основные и дополнительные.

Основные ЭЗС – это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок, что позволяет с их помощью прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Для работы на электроустановках до 1000 В к ним относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения. При напряжении электроустановки свыше 1000 В основные средства включают изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения. Дополнительные ЭЗС – это средства защиты, изоляция которых не может длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок. Они применяются для защиты от напряжения прикосновения и шага, а при работе под напряжением – исключительно с основными ЭЗС. К ним относятся: при напряжении до 1000 В – диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки; свыше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты, коврики,

изолирующие подставки. ЭЗС (СИЗ) должны иметь маркировку с указанием напряжения, на которое они рассчитаны, их изолирующие свойства подлежат периодической проверке в установленные нормативами сроки.

## Глава 4. ЗАЩИТА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.1. Виды и характеристики стихийных бедствий

Стихийные бедствия – катастрофические природные явления и процессы, возникающие, как правило, внезапно и приводящие к нарушению повседневного уклада жизни значительного числа людей, человеческим жертвам, уничтожению материальных ценностей. К стихийным бедствиям относятся наводнения, циклоны, тайфуны, смерчи, град, молнии, землетрясения, цунами, сели, оползни, массовые лесные и торфяные пожары, извержение вулканов, засухи, обвалы, снежные лавины и др. Возникновению некоторых стихийных бедствий (пожары, обвалы, оползни) может способствовать деятельность человека. Для каждого такого природного явления характерно наличие присущих ему поражающих факторов. Больше всего человечество страдает от наводнений, циклонов и землетрясений.

Стихийные бедствия чрезвычайно разнообразны. Как и между всеми природными процессами, между стихийными бедствиями существует взаимная связь. Одна катастрофа оказывает влияние на другую, бывает, первая катастрофа служит спусковым механизмом последующих.

Независимо от источника возникновения стихийные бедствия характеризуются значительными масштабами и различной продолжительностью – от нескольких секунд и минут (землетрясения, снежные лавины) до нескольких часов (сели), дней (оползни) и месяцев (наводнения).

**Землетрясения** – наиболее опасные и разрушительные стихийные бедствия. Область возникновения подземного удара является очагом землетрясения, в пределах которого происходит процесс высвобождения накапливаемой энергии. В центре очага условно выделяется точка, именуемая гипоцентром. Проекция этой точки на поверхности земли называется эпицентром. В период землетрясения от гипоцентра во все стороны распростра-



няются упругие сейсмические волны, продольные и поперечные. По поверхности земли во все стороны от эпицентра, расходятся поверхностные сейсмические волны. Как правило, они охватывают обширные территории. Интенсивность землетрясения – на поверхности земли измеряется в баллах.

Некоторые землетрясения сопровождаются губительными волнами, которые опустошали побережья – *цунами*. Сейчас это общепринятый международный научный термин, происходит он от японского слова, которое обозначает «большая волна, заливающая бухту». Точное определение цунами звучит так: «Длинные волны катастрофического характера, возникающие главным образом в результате тектонических подвижек на дне океана. Волны цунами столь длинны, что как волны не воспринимаются: длина их составляет от 150 до 300 км. В открытом море цунами не слишком заметны: высота их составляет несколько десятков сантиметров или максимально несколько метров. Добежав до мелководного шельфа, волна становится выше, вздымается и превращается в движущую стену. Входя в мелководные заливы или воронкообразные устья рек, волна становится еще выше. При этом она замедляет ход и, подобно гигантскому валу, накатывается на сушу. Скорость цунами тем выше, чем больше глубина океана. Скорость большинства волн цунами колеблется между 400 и 500 км/ч, но были случаи, когда они достигали и 1000 км/ч. Цунами возникают чаще всего в результате подводных землетрясений. Другим их источником могут служить вулканические извержения.

**Наводнение** – временное затопление значительной части суши водой в результате действий сил природы. Наводнения могут быть вызваны выпадением обильных осадков или интенсивным таянием снега (ледников), совместным действием паводковых вод и ледяных заторов; нагонным ветром; подводными землетрясениями.

Наводнения можно прогнозировать: установить время, характер, ожидаемые его размеры и своевременно организовать предупредительные меры, значительно снижающие ущерб, создать благоприятные условия для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ. Суша может затоп-

ляться реками или морем – так различаются наводнения речные и морские. Наводнения угрожают почти 3/4 земной поверхности. Вторичный ущерб при наводнениях еще более значителен, чем в связи с другими стихийными бедствиями. Это разрушенные населенные пункты, утонувший скот, занесенные грязью земли. Наводнения могут сопровождаться пожарами вследствие обрывов и короткого замыкания электрокабелей и проводов, а также разрывами водопроводных и канализационных труб, электрических, телевизионных и телеграфных кабелей, находящихся в земле, из-за последующей неравномерной осадки грунта.

**Селевые потоки и оползни.** Сель – внезапно формирующийся в руслах горных рек временный поток, характеризующийся резким подъемом уровня воды и высоким содержанием в ней твердого материала. Он возникает в результате интенсивных и продолжительных ливней, бурного таяния ледников или снежного покрова и обрушения в русло большого количества рыхлообломочного материала. Имея большую массу и скорость передвижения, сели разрушают здания, сооружения, дороги и все другое на пути движения. В пределах бассейна селевые потоки могут быть локальные, общего характера и структурные. Первые возникают в руслах притоков рек и крупных балках, вторые проходят по основному руслу реки. Опасность селей не только в их разрушающей силе, но и во внезапности их появления. Селям подвержено примерно 10 % территории нашей страны. Всего зарегистрировано около 6000 селевых водотоков, из них более половины приходится на Среднюю Азию и Казахстан. По составу переносимого твердого материала селевые потоки могут быть грязевыми (смесь воды с мелкоземом при небольшой концентрации камней), грязекаменными (смесь воды, гальки, гравия, небольших камней) и водокаменные (смесь воды с преимущественно крупными камнями). Скорость течения селевого потока обычно составляет 2,5–4,0 м/с, но при прорыве заторов она может достигать 8–10 м/с и более.

**Ураганы** – это ветры силой 12 баллов по шкале Бофорта, т. е. ветры, скорость которых превышает 32,6 м/с (117,3 км/ч). Ураганами называют также тропические циклоны, возникающие в Тихом

океане вблизи берегов Центральной Америки; на Дальнем Востоке и в районах Индийского океана ураганы (*циклоны*) носят название *тайфунов*. Во время тропических циклонов скорость ветра часто превышает 50 м/с. Циклоны и тайфуны сопровождаются обычно интенсивными ливневыми дождями.

Ураган на суше разрушает строения, линии связи и электропередач, повреждает транспортные коммуникации и мосты, ломает и вырывает с корнем деревья; при распространении над морем вызывает огромные волны высотой 10–12 м и более, повреждает или даже приводит к гибели суда.

*Торнадо* – это катастрофические атмосферные вихри, имеющие форму воронки диаметром от 10 до 1 км. В этом вихре скорость ветра может достигать неправдоподобной величины – 300 м/с (что составляет более 1000 км/ч). Такая скорость не может быть измерена никакими приборами, она оценена экспериментально и по степени воздействия торнадо. Например, отмечалось, что при торнадо щепка вонзалась в ствол сосны. Это отвечает скорости ветра выше 200 м/с. Процесс возникновения торнадо до конца не ясен. Очевидно, они образуются в моменты неустойчивого расслоения воздуха, когда нагревание земной поверхности приводит к нагреванию и нижнего слоя воздуха. Выше этого слоя оказывается слой воздуха более холодного, такое положение неустойчиво. Теплый воздух устремляется вверх, холодный воздух в вихре, словно хобот, опускается вниз, к земной поверхности. Часто это происходит над небольшими возвышенными участками в пределах плоского рельефа.

*Пыльные бури* – это атмосферные возмущения, при которых в воздух вздымается огромное количество пыли и песка, перенесенных на значительные расстояния. В сравнении с землетрясениями или тропическими циклонами пыльные бури не представляют, по сути, столь катастрофических явлений, однако их воздействие может оказаться весьма неприятным, а иногда и роковым.

*Пожары* – стихийное распространение горения, проявляющееся в уничтожающем действии огня, вышедшего из-под контроля человека. Возникают пожары, как правило, при нарушении мер

пожарной безопасности, в результате разрядов молнии, самовозгорания и других причин.

*Лесные пожары* – неуправляемое горение растительности, распространяющееся на площади леса. В зависимости от того, в каких элементах леса распространяется огонь, пожары подразделяются на низовые, верховые и подземные (почвенные), а от скорости продвижения кромки пожара и высоты пламени пожары могут быть слабыми, средней силы и сильными. Чаще всего пожары бывают низовые.

*Торфяные пожары* чаще всего бывают в местах добычи торфа, возникают обычно из-за неправильного обращения с огнем, от разрядов молнии или самовозгорания. Торф горит медленно на всю глубину его залегания. Торфяные пожары охватывают большие площади и трудно поддаются тушению.

*Пожары в городах и населенных пунктах* возникают при нарушении правил противопожарной безопасности, из-за неисправности электропроводки, распространения огня при лесных, торфяных и степных пожарах, при замыкании электропроводки во время землетрясений.

*Оползни* – это скользящие смещения масс горных пород вниз по склону, возникающие из-за нарушения равновесия, вызываемого различными причинами (подмывом пород водой, ослаблением их прочности вследствие выветривания или переувлажнения осадками и подземными водами, систематическими толчками, неразумной хозяйственной деятельностью человека и др.). Оползни различаются не только скоростью смещения пород (медленные, средние и быстрые), но и своими масштабами. Скорость медленных смещений пород составляет несколько десятков сантиметров в год, средних – несколько метров в час или в сутки и быстрых – десятки километров в час и более. К быстрым смещениям относятся оползни-потоки, когда твердый материал смешивается с водой, а также снежные и снежно-каменные лавины.

Следует подчеркнуть, что только быстрые оползни могут стать причиной катастроф с человеческими жертвами. Оползни могут разрушать населенные пункты, уничтожать сельскохозяйственные

угодья, создавать опасность при эксплуатации карьеров и добыче полезных ископаемых, повреждать коммуникации, туннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети, водохозяйственные сооружения, главным образом плотины. Кроме того, они могут перегородить долину, образовать завальное озеро и способствовать наводнениям.

*Лавины* также относятся к оползням. Крупные снежные лавины являются катастрофами, уносящими десятки жизней. Скорость снежных лавин колеблется в широком диапазоне от 25 до 360 км/ч. По величине лавины делятся на большие, средние и малые. Большие уничтожают на своем пути все – жилища и деревья, средние опасны лишь для людей, малые практически не опасны.

#### **4.2. Основные повреждающие факторы при стихийных бедствиях**

Для каждого стихийного бедствия характерно наличие присутствующих ему поражающих факторов, вредно воздействующих на состояние здоровья человека. Больше всего люди страдают от наводнений (40 % от общего урона), ураганов (20 %), землетрясений и засух (по 15 %). Около 10 % общего ущерба приходится на остальные виды стихийных бедствий.

В мире отмечается тенденция увеличения числа и масштабов чрезвычайных ситуаций с опасными для жизни и здоровья населения последствиями. При небольших по масштабам чрезвычайных ситуациях местные органы власти полностью справляются с жизнеобеспечением населения. Однако при крупномасштабных стихийных бедствиях и авариях требуется в короткие сроки мобилизовать необходимые силы и средства практически по всем видам снабжения. Для решения этих вопросов используются государственные ресурсы, силы и средства вооруженных сил, других министерств и ведомств, корпораций, ассоциаций и акционерных обществ.

Каждому стихийному бедствию и аварии присущи свои особенности, масштабы разрушений, величины человеческих потерь и характер поражений. Население должно быть готово к действиям

в чрезвычайных ситуациях, к участию в работах по ликвидации их последствий, уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

Основными поражающими факторами стихийных бедствий и аварий являются механические (динамические) воздействия на организм человека взрывной волны, придавливание тяжелыми предметами, ранения, полученные от рухнувших зданий и сооружений, осколков стекла и т. д.; термическое воздействие (высокие и низкие температуры, лучистая энергия); химические отравления ядовитыми веществами (хлор, аммиак, окись углерода и др.), которые могут выйти из-под контроля в результате разрывов трубопроводов, разрушения при чрезвычайных ситуациях мест их хранения и др. Поэтому при чрезвычайных ситуациях нельзя приближаться к объектам, которые могут иметь воспламеняющиеся, взрывоопасные и сильнодействующие ядовитые вещества. В момент разрушения или повреждения зданий и сооружений опасность представляют не только падающие стены и перекрытия, а и разлетающиеся кирпичи, стекла, дымовые трубы, карнизы, лепные украшения, балконы, вывески, столбы, высокие деревья. Нельзя прикасаться к оборванным проводам, так как они могут оказаться под током.

При чрезвычайных ситуациях на население могут воздействовать одновременно или последовательно различные поражающие факторы. Проявления патологии тех или иных органов и систем организма могут быстро изменяться во времени (даже в процессе оказания медицинской помощи). Отдельные симптомы, являющиеся ведущими в патологии комбинированного поражения в данный момент, через некоторое время могут стать второстепенными, уступая место другим – более опасным для жизни симптомам.

Психика человека, пережившего стихийное бедствие или аварию, как правило, претерпевает существенные изменения. Выйдя из чрезвычайной ситуации физически невредимым, человек является пострадавшим в психическом плане, что может негативно сказываться в течение всей жизни.

При авариях на промышленных объектах, связанных с производством и применением токсических, пожаровзрывоопасных веществ

могут быть поражения не только людей, но и животных, растений, заражение на продолжительное время территории, что приводит к серьезным экологическим последствиям. Наибольшую опасность представляют газообразные, высоколетучие жидкие и легко диспергируемые в воздухе твердые вещества. При авариях на объектах атомной промышленности может быть загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами. В этом случае опасность возникает не только за счет внешнего излучения, а в большей степени через употребление загрязненных пищевых продуктов и воды.

### **4.3. Защита человека от стихийных бедствий**

Предпосылкой успешной защиты от природных катастроф является познание причин возникновения и их механизм. Зная сущность процессов, можно их предсказывать. Своевременный и точный прогноз катастроф является наиважнейшей предпосылкой эффективной защиты.

**Мероприятия по защите населения и территорий** в чрезвычайных ситуациях природного характера включают строительство специальных сооружений и убежищ, способных укрыть людей во время развития опасного природного процесса и полностью защитить их от угрозы; повышение устойчивости зданий и сооружений воздействию природной стихии; защитные инженерные мероприятия (противосейсмические, противооползневые и др.); эвакуационные мероприятия; мероприятия медицинской защиты. Объемы, содержание и сроки проведения мероприятий по защите населения и территорий определяются на основании прогнозов состояния природной опасности соответствующих территорий.

**Строительство укрытий.** Строительство специальных укрытий и убежищ осуществляется в тех случаях, когда здания, сооружения, дамбы или другие инженерные сооружения неспособны защитить население от природных опасностей. Защитные объекты должны возводиться в легко доступных местах, где имеется большое скопление населения, которое могло бы в предельно сжатые сроки укрыться в этих объектах. Так, например, в Японии был учтен страшный опыт Токийского землетрясения 1923 г. и ядер-

ных бомбардировок 1945 г. Разработанная и реализованная национальная программа строительства в городах сети бомбоубежищ позволяет в каждом из них укрыть до 20 тыс. человек. С учетом этого, а также других мер население Японии в настоящее время считается одним из самых защищенных от природных и техногенных катастроф.

Повышение устойчивости зданий и сооружений достигается совершенствованием проектных решений и применением новых более прочных строительных материалов. Такое строительство признано социально приемлемым и экономически оправданным. Несмотря на то, что стоимость его может повышаться до 60 %, а иногда и больше по сравнению с обычным строительством, получаемый эффект несравнимо выше.

Изменившиеся в последние годы требования к безопасности людей ведут к ужесточению строительных норм по стойкости зданий и сооружений. Во многих развитых странах в настоящее время реализуется стратегия строительства, в соответствии с которой строительные объекты и сооружения, подвергающиеся опасным стихийным бедствиям, при всех обстоятельствах не должны выходить из режима нормального функционирования. Так, например, в США национальная стратегия смягчения последствий стихийных бедствий предусматривает разработку новых сооружений на основе такой технологии, которая способна обеспечивать устойчивость ко всем видам катастроф. В первую очередь эти требования относятся к строительству всех федеральных зданий и жизнеобеспечивающих объектов.

Важное значение имеют разработка генеральных планов застройки населенных пунктов и ведение градостроительной политики с учетом природных особенностей регионов и отдельных территорий, подверженных действию опасных природных явлений. С этой целью осуществляется зонирование территории страны, регионов, городов и населенных пунктов по критериям природного риска. Выделяются зоны возможного опасного землетрясения, вероятного катастрофического затопления, возможных опасных геологических явлений.



**Гидротехнические сооружения** должны возводиться таким образом, чтобы в зону возможного катастрофического затопления попадало минимальное количество объектов социального и хозяйственного назначения. В районах возможного катастрофического затопления не допускается размещение населенных пунктов и важных промышленных объектов, а также размещение зданий и сооружений в опасных зонах оползней, селевых потоков и снежных лавин, зонах возможного катастрофического затопления, сейсмических районах и зонах, непосредственно прилегающих к активным разломам земной коры. В районах, подверженных воздействию землетрясений, наводнений, оползней, селей, обвалов, должно предусматриваться местное зонирование территорий. В зонах с наибольшей степенью риска размещаются парки, сады, открытые спортивные площадки и другие свободные от застройки площади и элементы инфраструктуры. В сейсмических районах необходимо предусматривать расчлененную планировочную структуру городов и рассредоточенное размещение объектов экономики, особенно пожаро- и взрывопожароопасных объектов. Для городов, расположенных в районах с сейсмичностью в 7–9 баллов, как правило, должны проектироваться одно- и двухсекционные жилые дома высотой не более 4 этажей, а также малоэтажная застройка с приусадебными участками.

Смягчению последствий чрезвычайных ситуаций природного характера способствуют разработка и совершенствование технологических методов: разработка проектов, создание строительных материалов, совершенствование технологий строительства, выбор соответствующих конструктивных и технологических решений, компенсирующих опасные воздействия.

Практически во всех странах на основе мирового опыта с учетом региональных и национальных особенностей каждой страны разработаны строительные нормы и правила (СНиП). Соблюдение строительного законодательства является обязательным для всех организаций независимо от их подчиненности и формы собственности.

Помимо СНиП, содержащих основные правила ведения строительных работ, строительными ведомствами различного уровня выпускаются рекомендации по строительству с учетом специфических особенностей отдельных регионов и видов строительства. В этих документах имеются рекомендации по хозяйственному использованию сейсмоопасных, оползнеопасных, подтопляемых и других территорий, подверженных различным природным опасностям.

Инженерно-технические мероприятия по защите территорий планируются и осуществляются в районах опасных природных процессов независимо от ведомственной принадлежности защищаемой территории и объектов. Мероприятия инженерной защиты должны обеспечивать предотвращение, устранение или снижение до допустимого уровня отрицательного воздействия опасных природных процессов на защищаемые территории, здания и сооружения. Экономический эффект инженерной защиты определяется размером предотвращенного ущерба территории или сооружению за вычетом затрат на осуществление защиты. В настоящее время имеются примеры строительства уникальных защитных сооружений, требующих огромных финансовых затрат. Так, например, в Нидерландах вдоль морского побережья возведены дамбы протяженностью на десятки километров, которые защищают от катастрофических морских штормов почти 50 % территории страны, где проживает около 60 % населения.

Противосейсмические мероприятия, направленные на снижение разрушительного воздействия землетрясений, включают:

- строительство зданий и сооружений в сейсмически опасных районах в соответствии с нормами сейсмостойкости;
- усиление несущих конструкций существующих зданий и сооружений (фундаментов, стен, перекрытий) с учетом сейсмического риска для соответствующей территории;
- изменение существующей законодательной базы строительства в сейсмоопасных районах, уточнение принципов и системы сейсмозащиты и др.

К противооползневым и противообвальным мероприятиям относятся:

- изменение рельефа и формы склона в целях повышения его устойчивости;
- искусственное понижение уровня подземных вод;
- закрепление грунтов различными способами;
- строительство удерживающих сооружений (подпорные стены, свайные конструкции и столбы и др.).

В группу противоселевых мероприятий входят:

- селезадерживающие сооружения (бетонные, каменные плотины, плотины из грунтовых материалов);
- селепропускные сооружения (каналы, селеспуски);
- селенаправляющие сооружения (направляющие и ограждающие дамбы);
- стабилизирующие сооружения (каскады запруд, подпорные стены, дренажные устройства);
- селепредотвращающие сооружения (регулирующие паводок плотины).

Противолавинными мероприятиями являются:

- профилактические мероприятия (организация службы мониторинга, прогноза и оповещения, искусственно регулируемый сброс лавин);
- лавинопредотвращающие сооружения и мероприятия (снегоудерживающие заборы, стенки, щиты, решетки);
- лавинозащитные сооружения (направляющие – стенки, искусственные русла; тормозящие и останавливающие – холмы, траншеи, дамбы), пропускающие (галереи, эстакады).

Мероприятиями по противодействию наводнениям служат:

- перераспределение максимального стока между водохранилищами, переброска стока между бассейнами и внутри речного бассейна;
- ограждение территорий дамбами (системами обвалования);
- увеличение пропускной способности речного русла (расчистка, углубление, расширение, спрямление русла).

Предупредительными инженерно-техническими мероприятиями по защите от наводнений являются:

- строительство защитных сооружений (плотин, дамб, обвалований);
- реконструкция существующих защитных сооружений;
- использование противопаводковых емкостей водохранилищ с целью срезки пика.

## **Глава 5. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ**

### **5.1. Основные понятия об устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях**

Под устойчивостью объектов народного хозяйства (предприятий), связанных с материальным производством, понимается способность:

- материально-технической базы (зданий, сооружений, коммунально-энергетических сетей, станочного парка, автотранспорта и др.) противостоять воздействию негативных факторов ЧС;
- производить в необходимых объемах установленную номенклатуру продукции и осуществлять декларируемые виды экономической деятельности в условиях ЧС;
- в кратчайшие сроки после ликвидации ЧС восстанавливать предситуационное состояние.

Для объектов народного хозяйства (учреждений), не связанных с материальным производством, устойчивость заключается в способности выполнять свои функции в условиях ЧС.

На устойчивость объектов в комплексе влияет множество факторов, среди которых можно выделить следующие: район расположения объекта; генеральная застройка предприятия; вид и система энергоснабжения; применяемые в производственном процессе вещества, материалы, технологические схемы; наличие в структуре вспомогательных, ремонтных, строительных и других подсобных служб и подразделений; производственные связи объекта; принятие системы, способы и методы управления предприятием и др.

Устойчивость объекта закладывается на стадиях проектирования и строительства. В процессе эксплуатации предприятия из-за изменяющихся внешних и внутренних условий необходимая устойчивость обеспечивается за счет реализации плана мероприя-

тий, основанного на анализе и оценке устойчивости объекта в текущий момент времени.

Анализ устойчивости отдельных элементов и всего объекта в целом производится из предположения о возникновении ЧС в мирное и военное время. При этом рассматриваются поражающие факторы боевого высокоточного оружия; оружия массового поражения; аварий или катастроф техногенного характера, произошедших как на самом объекте, так и на других расположенных в пределах досягаемости предприятиях промышленности, энергетики или транспорта; природных опасных явлений; а также негативные последствия возможных диверсий, социальных взрывов или конфликтов на национальной, религиозной и другой основе.

Исследование устойчивости объекта и разработка мероприятий по ее повышению проводит объектовая комиссия по ЧС при участии инженерно-технологического персонала предприятия. Началу исследования обычно предшествует подготовительная работа, в процессе которой соблюдаются и изучаются правовые, нормативно-технические, методологические документы и материалы, формируются рабочие группы, отрабатывается их взаимодействие, намечаются основные направления анализа и сроки проведения работ по этапам.

На промышленных объектах с разветвленной многоуровневой инфраструктурой, как правило, выделяются следующие направления по исследованию устойчивости: зданий и сооружений, инженерных сетей, станочного и технологического оборудования, технологического процесса, управления производством, материально-технического снабжения, вспомогательного производства. На небольших предприятиях, к которым относятся все объекты сферы сервиса, направления устойчивости анализирует одна рабочая группа.

Оценка устойчивости включает определение:

- видов и параметров поражающих факторов, воздействие которых возможно на объект;
- воздействия ударной волны оружия массового поражения или взрыва емкости, котла или иного технического объекта;

- возможности возникновения пожаров;
- последствий потери энергопитания, инженерных сетей и коммуникаций;
- воздействия поражающих факторов на персонал;
- характера и тяжести воздействия вторичных поражающих факторов;
- слабых мест в технологическом, материально-техническом, управленческом обеспечении производства;
- временных показателей (по нарушению работоспособности технических систем, восстановлению функционирования отдельных элементов и всего производства в целом и др.);
- критических условий, при которых остановка производства неизбежна и других показателей.

После сведения поэлементного анализа устойчивости объекта в единую взаимоувязанную картину делается общее заключение и дается общая оценка устойчивости предприятия.

На основании проделанной работы составляется общий план-график мероприятий по повышению устойчивости объекта в условиях ЧС. В плане указываются:

- первоочередные, текущие и перспективные мероприятия;
- объем и стоимость планируемых работ;
- источник финансирования;
- основные материалы и их количество, силы и средства для реализации мероприятий;
- ответственные исполнители;
- сроки исполнения и т. д.

В дальнейшем, по мере расширения и реконструкции объекта, изменения внешней и внутренней ситуации в разработанный план-график вносятся соответствующие коррективы и дополнения. Таким образом, исследование и повышение устойчивости объекта – это не разовое действие, а длительный динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства предприятия и активного участия инженерно-технического персонала и комиссии ЧС.

## 5.2. Мероприятия по повышению устойчивости работы предприятий

Техногенные бедствия несут в себе тройные потери: собственный ущерб, расходы на восстановление, упущенные доходы вследствие остановки производства. Если к этому добавить социальные и моральные потери людей, то становится понятно, что плановые расходы на выполнение мероприятий по предупреждению аварий и повышению устойчивости объекта в условиях ЧС всегда на несколько порядков ниже, чем потери от аварий и катастроф, произошедших тогда, когда предприятие не подготовлено к возможным чрезвычайным происшествиям.

Повышение устойчивости предприятий к ЧС осуществляется за счет выполнения ряда мероприятий по следующим направлениям.

*Первое направление* – обеспечение защиты и жизнедеятельности рабочих и служащих в условиях ЧС. Сюда входит:

а) обеспечение оповещения производственного персонала (ПП) за счет установки сирен, громкоговорителей в цехах и на участках, оборудования локальной (внутри предприятия) системы оповещения, обеспечения пунктов управления передвижными средствами оповещения и связи и др.;

б) обеспечение укрытия ПП в защитных сооружениях;

в) обеспечение экстренной эвакуации и рассредоточения ПП и членов семей за счет реализации плана эвакуации, предварительного освоения маршрутов эвакуации и районов рассредоточения, совершенствования инфраструктуры пунктов временного и длительного проживания эвакуированных (защита водоисточников, оборудования столовых, медпунктов, радиоузлов, туалетов и пр.), составления графиков движения транспорта для перевозки ПП на работу и обратно, обучения членов эвакокомиссий и персонала эвакуационных пунктов действиям во время эвакуации;

г) обеспечение ПП средствами индивидуальной защиты, приборами контроля радиационного, химического и бактериологического (РХБ) заражения, а также создание условий для быстрой выдачи их ПП по мере необходимости;



д) подготовка невоенизированных формирований к проведению спасательных и других неотложных работ за счет укомплектования личным составом, оснащения средствами индивидуальной защиты и приборами контроля РХБ заражения, обеспечения спецтехникой и аварийно-спасательным инструментом, укомплектование средствами связи ближнего и среднего радиуса действия, обучения правилам проведения аварийно-спасательных работ в условиях ЧС;

е) подготовка предприятия к деятельности в условиях ЧС, включающая разработку режимов функционирования цехов, участков, отделов и служб, устройство душевых и обмывочных пунктов, обеспечение оборудованием и механизмами для дегазации и дезактивации техники, зданий, сооружений и т. д., обучение личного состава спецформирований правилам санитарной обработки людей, дегазации и дезактивации техники, зданий и сооружений;

ж) защита водоисточков, систем водоснабжения и продовольствия от РХБ заражения путем изготовления герметичных емкостей для воды и тары для продовольствия, герметизации водоразборных устройств, устройства артезианских скважин;

з) организация оповещения и информации населения о чрезвычайных событиях, авариях и пр., обеспечение взаимодействия работы ЖЭК в ведомственных жилых домах со службами милиции, ГЗ и эвакуационных органов;

и) выполнение программ обучения ПП правилам действий в условиях ЧС.

*Второе направление* – обеспечение защиты основных производственных фондов. Оно включает:

а) выполнение профилактических мероприятий (противопожарных, противовзрывных, противоураганных, противопаводковых, от землетрясений, ливней и других бедствий);

б) обеспечение устойчивости системы энергоснабжения за счет устройства: запасного ввода электроэнергии, кольцевания системы питания, подземной кабельной силовой электросети, а также обучения оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС;

в) обеспечение устойчивости систем водоснабжения (устройство дублирования водопитания, кольцевание системы, заглубление водопроводов, обустройство резервных емкостей и водохранилищ, очистка воды от вредных веществ и т. п.);

г) обеспечение устойчивости теплоснабжения за счет запасных автономных источников теплоснабжения, кольцевания системы, заглубления теплотрасс, обучения оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС и др.;

д) обеспечение устойчивости газоснабжения, включающее защиту газопроводов от воздействия разрушительных факторов, оснащение их системами автоматического перекрытия и сигнализации, обучение оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС;

е) обеспечение возможной защиты оборудования и инвентаря от воздействия взрывов, пожаров, разрушений строительных конструкций; обустройство защищенных помещений для сохранения материальных ценностей;

ж) обеспечение защиты материальных ресурсов за счет организации хранения страхового фонда материальных ресурсов вне зон возможных разрушений, затоплений, пожаров; хранения огнеопасного сырья и продукции в несгораемых или трудносгораемых помещениях; разработка графика обеспечения производства пожароопасным, сгораемым сырьем и комплектующими изделиями не более двухсуточной потребности.

*Третье направление* – заблаговременная подготовка производства к устойчивой работе в условиях ЧС. К этому направлению относятся:

а) подготовка технологических процессов к переходу производства в условиях ЧС (упрощенные технологии, сбережение технической документации и др.);

б) замена в производстве пожаро- и химически опасных веществ на безопасные, в том числе: исключение из технологических процессов огне- и химически опасных веществ и материалов, предотвращение разлива огне- и химически опасных веществ на рабочих местах, оборудование складов с горючими жидкостями

аварийными сбросами в безопасных местах, обваловка емкостей с горючими и химически опасными веществами в расчете на удержание полного объема хранящихся в них жидкостей;

в) предотвращение возможности возникновения крупных массовых пожаров за счет устройства противопожарных разрывов, перегородок, отсеков и других строительных мероприятий; установки в пожароопасных помещениях автоматических установок пожаротушения; покрытия огнезащитной краской или обмазкой деревянных конструкций; оснащения предприятия средствами пожаротушения в соответствии с нормами; хранения горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на территории предприятия в количествах, установленных нормами безопасности;

г) обеспечение высокой готовности команд пожаротушения за счет укомплектования личным составом, обучения состава команд действиям в условиях ЧС, обеспечения средствами и техникой пожаротушения, организации взаимодействия с городскими пожарными формированиями;

д) обеспечение мер безопасности на ХОО объектах предприятия, в том числе: оснащение объекта контрольными и сигнальными приборами; системой локального оповещения ПП, соседних предприятий, жителей близлежащих кварталов; средствами индивидуальной защиты ПП; устройство защитного сооружения для ПП с тремя режимами вентиляции, а также обучение ПП мерам безопасности и ликвидации аварий;

е) выполнение мероприятий по повышению устойчивости работы служебного транспорта, включающих обеспечение транспортных служб запасом горючих и нейтрализующих средств для дезактивации и дегазации; обустройство дополнительных пунктов мойки машин; оснащение автотранспорта средствами сигнализации и указателями для работы в условиях светомаскировки;

ж) обеспечение безаварийной остановки технологического оборудования при возникновении ЧС или подаче сигналов и команд, предусматривающее разработку инструкций, режимов пониженной нагрузки, обучение персонала действиям по без-

опасной остановке оборудования, защиту ПП, обслуживающего оборудование непрерывного цикла;

з) обеспечение бесперебойной работы оборудования в условиях ЧС, включающее мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, укомплектованию инструментов и запасными частями;

и) медицинское обеспечение ПП, предусматривающее плановое и страховое обеспечение медицинскими препаратами, средствами, помещениями, персоналом профессиональных работников и помощников из числа ПП;

к) организация питания на производстве и в эвакуационных пунктах временного и длительного проживания, заключающаяся в планировании и обеспечении ПП и членов их семей продовольствием и необходимыми предметами для питания.

*Четвертое направление* – подготовка предприятия к проведению спасательных и ремонтно-восстановительных работ. Сюда относятся:

а) разработка проекта восстановления предприятия (зданий и сооружений, технологического оборудования, инженерных сетей и коммуникаций);

б) мероприятия по надежному хранению материалов, инструмента, техники, проектной и технологической документации, используемых для ремонтно-восстановительных работ;

в) обеспечение высокой готовности спасательных и аварийно-технических формирований за счет укомплектования личного состава, обучения и тренировок, разработки плана экстренного оповещения и сбора личного состава и др.;

г) разработка плана проведения спасательных работ на различных объектах предприятия при воздействии поражающих факторов всех видов.

*Пятое направление* – подготовка системы управления предприятия к функционированию в условиях ЧС. Это направление включает:

а) разработку схемы управления производством, спасательными и ремонтно-восстановительными работами в условиях ЧС;

б) обеспечение основного и загородного пунктов управления необходимыми средствами управления, оповещения и связи;

в) разработку планов взаимодействия в условиях ЧС руководства предприятия и объектовой комиссии по ГО и ЧС (КЧС) с управлением ГОЧС города, управлением ГОЧС района, где находятся эвакуационные пункты, с полком ГО, с органами исполнительной власти, с соседними предприятиями;

г) подготовку органов управления к переходу производства в режим ЧС, в том числе планы перехода предприятия на режим работы в ЧС, списки дублеров (первых заместителей) руководящего состава предприятия, планы обучения работников органов управления по действиям в условиях ЧС и т. п.

Указанные по направлениям мероприятия составляют содержательную часть плана повышения устойчивости предприятия.

### **5.3. Защита объектов экономики и населения в чрезвычайных ситуациях военного времени**

Современное обычное средство поражения – оружие с использованием взрывчатых веществ и зажигательных смесей. Назначение современных обычных средств поражения – нанесение ударов по городам и населенным пунктам.

**Осколочные авиабомбы** предназначены для поражения живой силы за счет осколков, разлетающихся на расстояние до 300 метров.

**Фугасные авиабомбы** разрушают всевозможные сооружения. Некоторые снабжены взрывателями замедленного действия.

**Шариковые авиабомбы** заполнены предметами в виде шариков (отсюда название), иголок, стрел в очень большом количестве (до нескольких тысяч) с радиусом поражения 15 м.

**Вакуумные бомбы** сбрасываются в виде кассеты, содержащей три боеприпаса, каждый из которых выполняет свою задачу. При ударе о поверхность образуется облако газа диаметром 15 и высотой 2,5 метра. Замедленный взрыватель производит возгорание этой адской смеси. Поражающий фактор – ударная волна, распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью, температура в радиусе действия – 2500–3000 °С.

Последствия: эмболия кровеносных сосудов, разрыв внутренних органов, внутреннее кровоизлияние, прекращение работы легких и т. п. Защиты практически нет. ООН приняла специальный документ об их запрете.

**Зажигательное оружие** – вещества и смеси, поражающие высокой температурой:

1. *Напалм* представляет собой смесь, состоящую из бензина (95 %) и порошка-загустителя (5 %). Смесь прилипает даже к влажной поверхности, может плыть по воде. При возгорании температура достигает 1200 °С, время горения – 10 минут.

2. *Пирогель* состоит из нефтепродуктов, магния, жидкого асфальта. С температурой 2800 °С прожигает металл. Горит ослепительно-белым светом.

3. *Термитные составы* изготавливают из спрессованных порошков железа, алюминия, бариевой селитры. Может гореть без доступа воздуха. Достигает 3000 °С и прожигает бетон и кирпич, сжигает металл (железо и сталь).

4. *Белый фосфор* – ядовитое полупрозрачное твердое вещество, самовоспламеняется, соединяясь с кислородом; выделяет ядовитый газ, достигает температуры 1200 °С. При всех случаях попадания огнесмеси на человека его следует накрыть накидкой, курткой, др. подручным материалом, сбивая, таким образом, огонь.

Наиболее современным видом является **высокоточное оружие** массового поражения. Это оружие отличается от др. способами наведения на цель, вплоть до установки мини-ЭВМ, получающей сигналы с военных спутников.

### **Современные виды оружия массового поражения: ядерное, химическое и бактериологическое**

Ядерное (атомное, термоядерное и нейтронное) оружие – самое мощное по своим поражающим свойствам. В зависимости от характера целей могут применяться воздушное, высотное, подводное и подземное оружие.

**Ядерные взрывы.** Ядерный взрыв способен мгновенно уничтожить или вывести из строя незащищенных людей открыто стоя-

щую технику, сооружения и различные материальные средства. Основными поражающими факторами ядерного взрыва являются: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение и электромагнитный импульс.

**Ударная волна** – наиболее сильный поражающий фактор ядерного взрыва, распространяется с большой скоростью во все стороны от места ядерного взрыва, вызывает уничтожение людей и животных, разрушение зданий и сооружений, повреждение техники.

**Световое излучение** – это поток лучистой энергии, исходящей из светящейся области ядерного взрыва, которая состоит из видимых, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Оно действует 8–15 сек и способно вызвать ожоги открытых участков кожи и поражение глаз у незащищенных людей и животных, а также массовые пожары. От воздействия светового излучения защищают все виды защитных сооружений, а также сооружения и предметы из негорючих материалов и складки местности.

**Проникающая радиация** – поток гамма лучей и нейтронов, исходящих в течение 10–12 сек в окружающую среду из зоны ядерного взрыва. В результате воздействия этого излучения у людей и животных может возникнуть заболевание, называемое лучевой болезнью. Наиболее надежную защиту от проникающей радиации обеспечивают убежища.

**Радиоактивное заражение** – является результатом выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва как в районе взрыва, так и далеко за его пределами, на расстоянии нескольких и даже тысяч километров. Они являются источником вредных для живого организма излучений. Могут образовываться обширные зоны заражения.

**Электромагнитный импульс (ЭМИ)** – возникает в результате взаимодействия излучения, исходящего из зоны ядерного взрыва (гамма-квантов и нейтронов), с атомами окружающей среды. Вследствие этого в воздухе возникают кратковременные электромагнитные и магнитные поля, которые и представляют собой ЭМИ. В результате воздействия ЭМИ повреждаются проводные и кабельные линии, различная аппаратура. Особенно вредно ЭМИ

влияет на работу систем связи, сигнализации и управления. Разновидностью ядерного оружия является нейтронное. При взрыве нейтронного боеприпаса главным поражающим фактором является проникающая радиация, а в ней нейтронный поток. Остальные поражающие факторы проявляются, как и в других разновидностях ядерного оружия, но со значительно меньшей силой.

**Химическое оружие.** Основу химического оружия составляют ОВ, поражающие людей и животных, заражающие воздух, почву, источники воды, здания и сооружения, транспорт, различную технику, продукты питания и корм для животных. В момент применения ОВ, как правило, переходят из жидкого или твердого состояния в капельножидкое, газообразное или аэрозольное (туман, дым). ОВ поражают организм при попадании на кожу и в глаза, при потреблении зараженных пищи и воды. По характеру воздействия на организм ОВ делятся на группы: нервно-паралитического действия (зарин, зоман); общедовитого действия (синильная кислота); кожноарывного действия (иприт, люизит); психохимического действия (диэтиламид лизергиновой кислоты); раздражающего действия (хлорацетофенон, адамсит, дифенил-хлорарсин).

**Бактериологическое оружие** является средством массового поражения людей, с/х животных и растений. Основу его составляют бактериальные средства: болезнетворные бактерии, вирусы, риккетсии, патогенные грибы, вырабатываемые болезнетворными бактериями яды (токсины). Бактериальные средства вызывают различные особо опасные инфекционные заболевания: оспу; чуму, холеру, сибирскую язву, различные виды лихорадок, туляремию, бруцеллез и др.

#### **5.4. Радиационная и химическая защита населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени**

В проведении спасательных работ при радиационном (химическом) заражении силы ГЗ руководствуются следующими принципами: заблаговременное планирование и проведение мероприятий по всей территории страны; постоянное сбалансированное руководство; взаимодействие с ВС.



Основными способами защиты населения являются: противорадиационная и противохимическая защита (ПР и ПХЗ); укрытие в защитных сооружениях; своевременное оповещение населения; использование средств индивидуальной защиты; проведение эвакуационных мероприятий.

Особое место среди мероприятий по защите населения является организация современного оповещения о ЧС. Оповещение организуется через радио и телевидение. Чтобы население вовремя включило эти средства, используются сигналы транспортных средств, гудки предприятий, уличные громкоговорители. Через средства оповещения население получает инструкции от сил ГЗ, как ему действовать.

Важнейшим комплексом мероприятий, направленных на спасение людей, является противорадиационная и противохимическая защита. Она включает в себя такие мероприятия, как разработка режимов радиационной защиты, выявление и оценка радиационной и химической обстановки, проведение дозиметрического и химического контроля, обеспечения населения средствами ПР и ПХЗ, ликвидацию последствий радиоактивного и химического заражения.

От гамма-излучения и попадания радиоактивных веществ на кожу защищают так называемые противорадиационные укрытия, также они предохраняют от светового излучения и ударной волны.

Существуют простейшие укрытия, это так называемые щели. Они конечно не обеспечивают те условия которые есть во встроенных и отдельно стоящих убежищах. Для того, чтобы укрытия соответствовали всем нормам и обеспечивали полную или хотя бы частичную безопасность проводят работы по приведению защитных сооружений в готовность. Эти работы должны в обязательном порядке контролироваться штабом ГЗ. Именно штаб ГЗ должен проверять убежища на соответствие установленным нормам, а также правила и порядок действий людей по укрытию в защитных сооружениях устанавливаются штабом ГЗ.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ (по сигналу “Химическая тревога”) надо срочно

надеть противогаз, а в случае необходимости и средства защиты кожи; если поблизости есть убежище – укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища; эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимается после входа в убежище.

## Глава 6. МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Мониторинг окружающей среды – слежение за состоянием окружающей человека природной среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Современный термин «мониторинг» обозначает наблюдение, анализ и оценку состояния окружающей среды, ее изменений под влиянием хозяйственной деятельности человека, а также прогнозирование этих изменений.

Мониторинг представляет собой комплекс мероприятий по определению состояния окружающей среды и отслеживанию изменений в ее состоянии.

Основными задачами мониторинга являются:

- систематическое наблюдение за состоянием среды и источниками, воздействующими на окружающую среду;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния окружающей среды и оценка прогнозируемого состояния последствий.

Мониторинг является многоцелевой информационной системой. Классификация систем мониторинга представлена на рисунке 15.

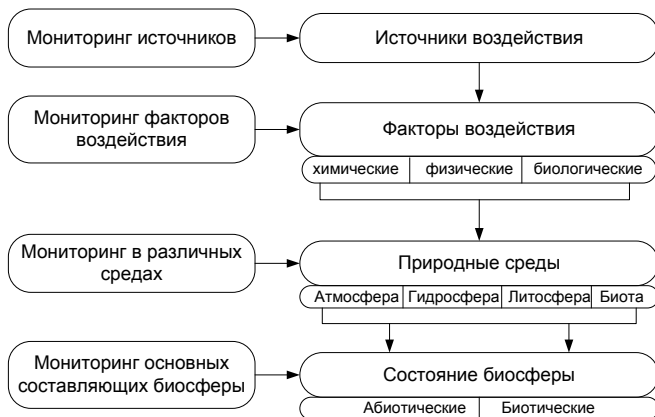


Рисунок 15 – Классификация систем мониторинга

Наряду с наблюдениями одной из основных задач мониторинга является оценка тенденций изменений состояния окружающей среды. Подобная оценка должна дать ответ на вопрос о неблагоприятности положения, указать, чем именно обусловлено такое состояние, помочь определить действия, направленные на восстановление или нормализацию положения, или, наоборот, указать на особо благоприятные ситуации, позволяющие эффективно использовать имеющиеся экологические резервы природы в интересах человека.

В настоящее время различают следующие системы мониторинга. Это:

**Экологический мониторинг** – универсальная система, целью является оценка и прогноз за реакцией основных составляющих биосферы. Включает геофизический и биологический мониторинги.

**Мониторинг в различных средах (различных сред)** – включает мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы; мониторинг гидросферы; мониторинг литосферы (в первую очередь почвы).

**Мониторинг факторов воздействия** – это мониторинг различных загрязнителей и других факторов воздействия, к которым можно отнести электромагнитное излучение, тепло, шумы.

Мониторинг среды обитания человека – включает мониторинг природной среды, городской, промышленной и бытовой сред обитания человека.

**Мониторинг по масштабам воздействия** – пространственным, временным.

**Фоновый мониторинг** – базовый вид мониторинга, имеющий целью знание фонового состояния биосферы. Его данные необходимы для анализа всех видов мониторинга

**Территориальный мониторинг** – включает системы техногенных загрязнений, в основу которых положен территориальный принцип, так как данные системы являются важнейшей составной частью мониторинга среды.

Различают следующие системы (подсистемы) территориального мониторинга:

- *глобальный* – проводимый на всем земном шаре или в пределах одного-двух материков
- *государственный* – проводимый на территории одного государства
- *региональный* – проводимый на большом участке территории одного государства или сопредельных участках нескольких государств, например внутреннем море и его побережье
- *локальный* – проводимый на сравнительно небольшой территории города, водного объекта, района крупного предприятия и т. п.
- *точечный* – мониторинг источников загрязнения, являющийся по сути импактным, максимально приближенным к источнику поступления загрязняющих веществ в окружающую среду.
- *фоновый* – данные которого необходимы для анализа результатов всех видов мониторинга

Мониторинг в Кыргызской Республике осуществляет государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве, являющееся государственным органом в системе исполнительной власти, обеспечивающим функции по реализации единой политики в области охраны окружающей среды, сохранения биоразнообразия, рационального природопользования, развития лесного и охотничьего хозяйства и обеспечения экологической безопасности государства в пределах предоставленных полномочий.

### **6.1. Методы и средства контроля среды обитания**

По методам проведения различают биологический (с помощью биоиндикаторов), дистанционный (авиационный и космический), контактный (аналитический, физический, химический и физико-химический анализ) мониторинг.

Биоиндикация – это обнаружение и определение антропогенных нагрузок по реакциям на них живых организмов и их сообществ. Так, радиоактивное загрязнение можно определить

по состоянию хвойных пород деревьев, промышленные загрязнения часто определяют по многим представителям почвенной фауны, а загрязнения воздуха очень чутко воспринимаются мхами и лишайниками. Так, если в лесу на стволах деревьев исчезают лишайники, значит, в воздухе присутствует сернистый газ. По цвету лишайников (этот метод назван лихеноиндикацией) судят также о наличии в почве некоторых тяжелых металлов, например, меди и т. д.

Биоиндикация позволяет вовремя выявить еще не опасный уровень загрязнения и принять меры по восстановлению экологического равновесия окружающей среды.

Некоторые живые организмы и отдельные органы человека могут концентрировать вредные вещества. Так, накопление ртути в районе реки Огана привело к заболеваниям «болезнью Миномата» в Японии; известно и накопление мышьяка в человеческих волосах. Биотестирование с помощью растений применяется в Голландии, где такие полезные для человека растения, как гладиолусы, тюльпаны (тест-объекты на накопление фторидов), итальянская трава (тест-объекты на накопление ионов тяжелых металлов), используются для анализа на больших площадях страны. Методы биотестирования в искусственных условиях с помощью таких живых организмов, как рачки дафнии, пиявки, черви, инфузории (простейшие) и т. д., находят в настоящее время широкое применение во многих странах.

Дистанционные методы используются в основном для ведения глобального мониторинга: размещение приборов в труднодоступных местах, аэро- и космическая съемка. Так, аэрофотосъемку часто используют как эффективный метод для определения масштаба загрязнения при разливе нефти в море или на суше, т. е. при аварии танкеров или при разрыве трубопроводов. Другие методы в этих случаях не могут дать столь исчерпывающей информации.

Контактные методы используются для мониторинга отдельных компонентов окружающей природной среды: почвы, воды, воздуха; они основаны на анализе отдельных проб. Почвенный мониторинг предусматривает определение кислотности, засоления почв и потери

гумуса. Кислотность почв определяют по значению водородного показателя рН в водных растворах почвы с помощью рН-метра (потенциометра). Содержание гумуса определяют по окисляемости органического вещества. Количество окислителя в почве оценивают титриметрическим или спектрометрическим методами. Засоление почв, т. е. содержание в них солей, определяют по значению электрической проводимости, поскольку растворы солей являются электролитами. Загрязнение вод определяется по: перманганатному индексу, химическому (ХПК) или биохимическому (БПК) потреблению кислорода, расходуемого на окисление органических и неорганических веществ, содержащихся в загрязненной воде.

Атмосферные загрязнения анализируются газоанализаторами, позволяющими получить информацию о концентрации в воздухе газообразных поллюгантов. При этом применяют многокомпонентные методы анализа, которые дают непрерывные во времени характеристики загрязнения воздуха.

## **6.2. Методы контроля энергетических загрязнений**

Промышленные предприятия, объекты энергетики, связи и транспорт являются основными источниками энергетического загрязнения промышленных регионов, городской среды, жилищ и природных зон. К энергетическим загрязнениям относят вибрационное и акустическое воздействия, электромагнитные поля и излучения, воздействие радионуклидов и ионизирующих излучений.

Вибрации в городской среде и жилых зданиях, источником которых является технологическое оборудование ударного действия, рельсовый транспорт, строительные машины и тяжелый автотранспорт, распространяются по грунту, измеряют их виброметром.

Шум в городской среде и жилых зданиях создается транспортными средствами, промышленным оборудованием, санитарно-техническими установками и устройствами и др., измеряют шумометром.

Источниками электромагнитных полей радиочастот являются радиотехнические объекты, телевизионные и радиолокационные станции, термические цеха, измеряют ваттметрами.

Источниками теплового загрязнения среды обитания являются тепловые и атомные электростанции.

Источниками ионизирующего облучения человека в окружающей среде являются космические облучения, облучение от природных источников, медицинское обследование, ТЭС и АЭС, радиоактивные осадки и т. п. Загрязнение гамма-излучением может быть измерено полевым дозиметром (рентгенметр). Загрязнение бета-активными радионуклидами, к числу которых относится такой опасный изотоп, как стронций-90, при этом не регистрируется. Бета-загрязнение (описываемое плотностью потока бета-частиц) регистрируется специальными бета-радиометрами, которые часто совмещают с гамма-дозиметрами. Точность такой оценки гораздо ниже, и информация об уровнях бета-загрязнения, полученная полевыми методами, может носить только сигнальный характер. Хотя радиометры, регистрирующие альфа-частицы, существуют, малая проникающая способность альфа-частиц накладывает принципиальные ограничения на возможности полевой оценки уровня этого типа загрязнения. Эти ограничения не зависят от чувствительности регистрирующего устройства. Поэтому для корректной оценки уровня загрязнения альфа-излучателями необходимо проведение лабораторных анализов.

В соответствии с законодательством существуют нормы, контролируемые энергетические загрязнения: нормативы предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей. Критериями безопасности техносферы при загрязнении являются предельно допустимые интенсивности потоков энергии (ПДУ) и предельно допустимые энергетические воздействия (ПДЭВ).

### ***Обработка результатов и оценка экологической ситуации***

Наряду с наблюдением, одной из основных задач мониторинга является оценка тенденций изменений состояния окружающей среды. Подобная оценка должна дать ответ на вопрос о благополучии положения, указать, чем именно обусловлено такое состояние,



помочь определить действия, направленные на восстановление или нормализацию положения.

**Охрана окружающей среды** – одна из наиболее актуальных проблем современности. Научно-технический прогресс и усиление антропогенного влияния на природную среду неизбежно приводят к обострению экологической ситуации: истощаются запасы природных ресурсов, загрязняется природная среда, утрачивается естественная связь между человеком и природой, ухудшается физическое здоровье людей, обостряется экономическая и политическая борьба за сырьевые рынки, жизненное пространство. Только убытки экономического характера, не принимая во внимание вред экологического характера здоровью людей, по подсчетам специалистов, ежегодно составляют в России сумму, равную половине национального дохода страны. Более 24 тыс. предприятий на сегодня являются мощными загрязнителями окружающей среды – воздуха, недр и сточных вод [20].

Результатом недостаточного внимания общества к проблемам охраны окружающей среды стали экологическое невежество и экологический нигилизм: пренебрежение к знаниям и использованию экологических закономерностей в общении человека с природой, нежелание изучать законы взаимосвязи природы и человека.

Для сохранения окружающей среды необходимо: внедрение рационального использования природных ресурсов, создание эффективного природоохранного законодательства, проводить экологическое просвещение всех слоев и всех возрастных категорий общества.

### **6.3. Экология электромагнитного излучения**

Измерения компонент вектора напряженности электрического поля, возникающего у экрана работающей электронно-лучевой трубки, которые были выполнены с помощью ВЕ-метра показали, что на частоте 2 кГц  $E_x = 6$  В/м, а  $E_y = 4$  В/м. Вычислите, чему равна при этом плотность мощности электромагнитного излучения. Сравните полученные результаты с санитарными нормами, регламентирующими воздействие электромагнитного излучения

на оператора ЭВМ. Укажите, какие мероприятия (технического, медицинского, профилактического характера) осуществляется для снижения риска неблагоприятного воздействия электромагнитных полей на оператора [17].

Принцип действия ВЕ-метра состоит в преобразовании колебаний электрического и магнитного полей в колебания электрического напряжения, частотной фильтрации и усилении этих колебаний с последующим автокомпенсационным анализом и детектированием. Конструктивно измеритель состоит из датчиков электрического и магнитного полей, блока ВЧ- и НЧ-фильтров, отдельных по ВЧ и НЧ-каналам, блоков операционных усилителей, блоков среднеквадратического детектирования сигналов, блока процессорной обработки результатов измерения, жидкокристаллического дисплея для отображения измеренных величин и блока питания.

**Измеритель электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002** предназначен для аттестации рабочих мест операторов ЭВМ в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и для сертификации видеотерминалов по стандарту MPR и ТСО 92/95. Одновременные измерения электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля в двух полосах частот: от 5 Гц до 2 кГц и от 2 кГц до 400 кГц. Поставляется с зарядным устройством и сумкой для транспортировки [17].

**ВЕ-метр-АТ-002** широко используется для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов и для проведения комплексного санитарно-гигиенического обследования жилых помещений и рабочих мест.

Электромагнитные излучения, излучаемые видеодисплейным терминалом, имеют широкий диапазон частот. Согласно стандартам, электромагнитное излучение должно быть измерено в диапазоне частот от 5 Гц до 400 кГц.

Для выделения требуемых полос частот в измерительной установке предусмотрены фильтры верхних и нижних частот, имеющие магазины затуханий.

Переменные магнитные поля, излучаемые всеми сильноточными элементами видеодисплейного терминала (источником пита-

ния, отклоняющей системой, высоковольтными трансформаторами и т. д.), имеют преимущественно несинусоидальный характер и характеризуются большим числом гармоник. Поэтому прибор, измеряющий излучаемые магнитные поля, должен иметь широкий частотный спектр. Значения измеряемой плотности магнитного потока: в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц (диапазон I) – от 200 до 5000 нТл; в диапазоне 2–400 кГц (диапазон II) – от 10 до 1000 нТл.

Измеряемые уровни напряженности электрического поля: в диапазоне I – 10–1000 В/м, в диапазоне II – 1–100 В/м.

Уровень фона (магнитные поля, излучаемые сетевой проводкой и другими приборами) не должен превышать 40 нТл для диапазона I и 5 нТл для диапазона II.

Результаты тестирования в сильной степени зависят от типа используемых проводов электропитания и от того, каким образом эти провода размещаются. Поэтому чрезвычайно важным является понимание того, что полученные в результате тестирования данные могут быть «перенесены» на конкретно используемый в работе пользователем видеодисплейный терминал только в том случае, если его подключение выполняется аналогично тестируемому с использованием того же самого типа проводов электропитания и того же способа подключения.

В любом помещении (соответственно, и на рабочих местах в этом помещении) присутствуют электрические и магнитные поля промышленной частоты 50 Гц. Эти поля присутствуют в помещении даже тогда, когда в нем не расположена или не включена компьютерная техника. Требования к полям промышленной частоты 50 Гц установлены в иных нормативных документах – в СанПиН 2.2.4.723-98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты в производственных условиях» для магнитных полей (норма при 8-часовом рабочем дне – 100 000 нТл) и СанПиН 5802-91 «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» для электрических полей промышленной частоты 50 Гц (норма при 8-часовом рабочем дне – 5000 В/м). Таким образом, при установлении электромагнитной безопасности рабочего места с компьютерной техникой

должно быть подтверждено его соответствие трем нормативным документам:

- СанПиН 2.2.2.542-96 по требованиям к электрическим и магнитным полям дисплеев и ПЭВМ;
- СанПиН 5802-91 по требованиям к электрическим полям промышленной частоты 50 Гц;
- СанПиН 2.2.4.723-98 по требованиям к магнитным полям промышленной частоты 50 Гц.

Физическая природа и механизмы воздействия этих полей на человека различны. Электрические и магнитные поля промышленной частоты 50 Гц – это синусоидальные поля с низким уровнем гармоник. Электрические и магнитные поля ПЭВМ – это в значительной степени импульсные и (что является особенно значимым) низкочастотные модулированные поля.

До тех пор пока не установлено, какой вклад в суммарное измеренное электрическое или магнитное поле дают собственные поля дисплеев и ПЭВМ, а какой – поля промышленной частоты 50 Гц, делать заключение о невыполнении на рабочем месте требований СанПиН 2.2.2.542-96 по уровням электрических и магнитных полей и выдавать официальное предписание о приостановлении работ неправомерно. Аналогичный подход должен быть и при аттестации рабочих мест с компьютерной техникой по условиям труда.

Уровни допустимых фоновых магнитных полей промышленной частоты 50 Гц, регламентированных для производственных помещений действующими в настоящее время нормативными документами (СанПиН 2.2.4.723-98), составляют 80 А/м (100 мкТл). Однако опыт аттестации рабочих мест с компьютерной техникой по условиям труда показывает, что уже при напряженности магнитного поля 0,8 А/м (1 мкТл) возникают эффекты неустойчивости изображения на экранах дисплеев ПЭВМ. Эти эффекты в равной степени присущи как старым типам дисплеев, так и современным дисплеям, прошедшим весь установленный комплекс сертификационных испытаний по требованиям электромагнитной совместимости (по требованиям восприимчивости их к внешним электромагнитным помехам и помехам по цепям питания).

Источниками магнитных полей в этой ситуации могут быть магниты громкоговорителей, установленные в акустические колонки, или поля рассеивания мощных трансформаторов, в том числе установленных в телевизорах старых типов. Поэтому не стоит ставить ПК рядом с телевизорами, особенно старых моделей.

#### **6.4. Радиационная экология**

Бурное развитие атомной энергетики в 1970–1980-е гг. способствовало повороту внимания исследователей в сторону экологических проблем, непосредственно связанных с эксплуатацией энергоустановок на ядерном топливе. В этот период при крупных атомных электростанциях были созданы лаборатории, занимающиеся радиоэкологическими проблемами, касающимися наземных и пресноводных экосистем.

#### **Радиоактивные отходы**

Накопление значительного количества радиоактивных отходов в Кыргызской Республике явилось следствием деятельности горнодобывающих и перерабатывающих предприятий урановой промышленности 1940–1950-х гг. С середины 1950-х гг. до настоящего времени в республике было закрыто или законсервировано 18 горнодобывающих предприятий, в том числе 4 – по добыче уранового сырья.

В Кыргызстане, по данным МЧС, расположены 33 хвостохранилища и 21 отвал, общая площадь которых составляет 650 га. Общая площадь территорий, подвергшихся в той или иной степени радиоактивному загрязнению, достигла 6 тыс. га, здесь сконцентрировано 145 млн тонн радиоактивных отходов. Объем хвостохранилищ составляет 75 млн куб. м. Общий объем горных отвалов – 620 млн куб. м, охватывающих площадь в 1950 гектаров. При этом большинство из этих объектов находится в бассейнах трансграничных рек (Нарын, Майлуу-Суу, Сумсар и Чу), что является значительным фактором риска для таких стран, как Кыргызстан, Казахстан, Таджикистан, Узбекистан с прямым

риском для более чем 5 млн человек. Многие хвостохранилища расположены в непосредственной близости к населенным пунктам (Майлуу-Суу, Мин-Куш, Шекафтар, Сумсар, Каджи-Сай, Ак-Тюз, Кан) (рисунок 16) [24].



Рисунок 16– Расположение радиоактивных хвостохранилищ и отходов в Кыргызстане

Правовое регулирование в области радиационного контроля на законодательном уровне законов Кыргызской Республики обеспечивают: Конституция Кыргызской Республики; законы об охране окружающей среды; о радиационной безопасности населения Кыргызской Республики; об отходах производства и потребления; о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Кыргызской Республики; Уголовный кодекс Кыргызской Республики; Кодекс об административной ответственности. Кроме того существуют нормативные подзаконные акты нормы радиационной безопасности НРБ-7687, ОСП-7287, СПРО-2000, санитарные нормы и правила обращения с радиоактивными отходами, методика измерения радиационного загрязнения металлоотходов.

При мониторинге радиационного контроля металлолома измерения производятся: по МЭИД (мощность эквивалентной дозы гамма-излучения); на наличие радиационного загрязнения альфа-активными радионуклидами; на наличие радиационного загрязнения бета-активными радионуклидами.

За прошедшие века человечество многого добилося и отказываться от достижений в области атомной энергетики, химической отрасли промышленности и т. д. невозможно. Необходимо правильно понимать, как воздействуют новые виды техники на окружающую среду и разработать систему взаимодействия с ней человека. Специалисты отмечают, что современный человек мало подготовлен к той мере ответственности, к тому уровню требований, которые предъявляет сейчас состояние окружающей среды. Современный выпускник школы слабо вооружен знаниями в области экологических взаимодействий разного уровня, их влияния на здоровье человека.

Радиоактивность – это не дьявольское изобретение человека, а природное явление. Мы постоянно находимся под ее влиянием. Солнце представляет собой огромную термоядерную бомбу, земная магма также является источником радиоактивности. Сама земная кора содержит скопления радиоактивных веществ.

Радиоактивность – триумф и проклятие XX в. С одной стороны, мирный атом АЭС, установки для лечения онкологических больных, атомные ледоколы, с другой – Хиросима, Чернобыль, ядерные боеголовки...

## **ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

В связи с ухудшением техногенной обстановки в мире можно ожидать, что во многих случаях отдельные, даже небольшие по своим масштабам производственные аварии и стихийные бедствия станут одной цепью, будут провоцировать и усиливать друг друга, а также вызывать системные эффекты, не поддающиеся локализации и имеющие огромные прямые и косвенные последствия, проявляющиеся на макроэкономическом уровне. Подобные чрезвычайные ситуации в той или иной мере оказывают влияние практически на все сферы существования человеческого общества и, прежде всего, на жизнедеятельность людей, а также и природную среду. Ущерб от чрезвычайных ситуаций носит разнообразный характер. Для его измерения используются различные показатели, среди которых ведущую роль играют экономические показатели и методы определения ущерба от чрезвычайных ситуаций. Большое внимание в настоящее время уделяется экономическому обеспечению мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций как основному элементу обеспечения безопасности населения, объектов экономики и территорий в очагах поражения. Знание возможных экономических последствий (в денежных единицах) воздействия чрезвычайных ситуаций способствует правильному формированию и своевременному осуществлению экономических механизмов защиты объектов экономики, населения и территорий от их последствий, что позволяет значительно снизить социально-экономический ущерб и эффективно использовать ограниченные финансовые и материально-технические ресурсы для повышения уровня безопасности.

Статистика техногенных и природных аварий и катастроф, произошедших в мире за последние 10–15 лет, показывает, что их последствия становятся все более опасными для объектов экономики, населения и окружающей среды. Уже в настоящее время прямые и косвенные ущербы от них составляют 4–5 % от валового национального продукта [21].



По данным страховых организаций, общемировой экономический ущерб только от стихийных бедствий за 1960-е гг. составил 40 млрд долл. США. В 1980-х гг. этот показатель вырос до 120 млрд долл. В первой половине 1990-х гг. ежегодный ущерб от стихийных бедствий более чем в 10 раз превысил уровень данного показателя за 1960-е гг. Суммарный ущерб за 1990-е гг. приблизился к 400 млрд долл. США. По оценке МЧС России, уже сейчас ущерб от природных бедствий во много раз превышает возможности мирового сообщества по оказанию гуманитарной помощи пострадавшим. Эта проблема приобретает глобальный характер.

Подобное положение вещей вынуждает учитывать возможный экономический ущерб при разработке государственной экономической политики, прогнозов социально-экономического развития государства и макроэкономических программ. Его учет руководителями предприятий позволяет разрабатывать более реальные стратегические планы развития.

**Основные понятия.** На сегодняшний день нет единого подхода к содержательной стороне понятия “экономические последствия чрезвычайных ситуаций”.

В целом к экономическим последствиям чрезвычайных ситуаций относятся:

- сокращение основных производственных мощностей в результате полного или частичного их разрушения;
- выбытие сельскохозяйственных, лесных и водных угодий из хозяйственного оборота;
- потери объектов социально-культурной сферы;
- сокращение трудовых ресурсов и рабочей силы;
- снижение уровня жизни населения;
- косвенные убытки и ущерб упущенной выгоды в сфере материального производства и услуг;
- расходы общества на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и т. п.

К рассматриваемой проблеме применяются определенные понятия.

**Риск** – величина, характеризующая вероятность возникновения чрезвычайной ситуации с определенным уровнем экономического ущерба, выраженная в процентах.

**Опасность** – это величина возможного уровня экономического ущерба от чрезвычайной ситуации. Она может быть рассчитана на основе статистических данных для определения опасности объекта или территории за некоторый интервал времени (реальная опасность). При расчете на основе теоретических допущений (в случае редкости оцениваемого явления или отсутствии статистических данных при непродолжительном функционировании объекта в условиях риска, планировании размещения объектов на неизученной территории и т. п.) опасность приобретает потенциальный характер и выражается в стоимостной форме или процентах от стоимости объекта оценки.

**Экономический ущерб** – величина размера негативных экономических последствий от чрезвычайной ситуации, выраженная в процентах стоимости оцениваемого объекта или денежных единицах.

**Уязвимость** – величина размера экономического ущерба при определенном уровне воздействия поражающих факторов чрезвычайной ситуации, зависящая от подверженности структуры оцениваемого объекта воздействию той или иной формы протекания чрезвычайной ситуации.

Необходимость изучения вышеперечисленных величин для сотрудников органов государственной власти и управления, в том числе менеджмента, очевидна. Их использование обеспечивает обоснованность принятия управленческих решений в сфере деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также обеспечению финансовыми и материально-техническими ресурсами.

### **7.1. Методы оценки опасности в чрезвычайных ситуациях**

Для их оценки могут быть использованы методы: экономико-статистический (статистический), экспертных оценок и комбинированный.

**Экономико-статистический метод** основан на сборе и обработке статистических данных о воздействии различных факторов чрезвычайной ситуации на элементы объекта оценки.

После обработки статистических данных строятся уравнения регрессии, характеризующие изменения ущербобразующих признаков в зависимости от значения поражающих факторов чрезвычайной ситуации. Зная значение указанных факторов, можно определить возможный размер натуральных потерь. Умножая показатель потерь на соответствующий стоимостный показатель, рассчитывают величину опасности экономического ущерба.

**Метод экспертных оценок** применяется при отсутствии массива статистических данных или малой изученности явления, т. е. в условиях неопределенности. Его суть заключается в опросе мнений специалистов, имеющих опыт научных исследований по данной проблеме и практической работе в данной сфере деятельности. Обработка результатов опроса соответствующими методиками позволяет вывести ситуацию из состояния неопределенности и приблизительно оценить опасность экономического ущерба той или иной чрезвычайной ситуации. Наиболее точная оценка опасности от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера может быть получена только статистическим методом.

### **Экономический ущерб**

Оценку экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера затрудняет отсутствие единого подхода к содержанию данного показателя. В гражданском праве под ущербом понимается уменьшение имущества, либо недополучение дохода, который мог быть получен при отсутствии правонарушений. Естественно, что такое определение ущерба не отвечает потребностям оценки экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций. Специфика его заключается в необычайно широком содержании, многообразии проявлений, в том, что он не может быть адекватно измерен с помощью показателей материального ущерба или иных существующих правовых конструкций.

Экономический ущерб от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций следует определять как совокупность непосредственных и отдаленных потерь общества в результате повреждения и разрушения материальных объектов производственного, социально-культурного и бытового назначения, культурных ценностей и убыли трудовых ресурсов, а также недополучения прибыли вследствие непредвиденного изменения условий и целей хозяйственной деятельности, затрат на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и их последствий, выраженных в стоимостной форме. По сути, это определение совокупного социально-экономического ущерба. Именно такой подход целесообразен с точки зрения обеспечения защиты населения и территорий от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций.

Исходя из данного определения, экономический ущерб рассматривается как прямой ущерб, который разделяется на хозяйственный и демографический (социальный), косвенный ущерб, ущерб от упущенной выгоды и затраты, связанные с ликвидацией чрезвычайной ситуации и ее последствий. Внутри каждого вида ущерба принято выделять конкретные направления и элементы.

На макроэкономическом уровне экономический ущерб от аварий, катастроф, стихийных бедствий помимо ущерба, нанесенного промышленным и сельскохозяйственным предприятиям, дополнительно включает следующие элементы:

- а) прямой экономический ущерб, состоящий из:
  - затрат на выполнение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
  - единовременных выплат семьям погибших и пострадавших;
  - расходов по приобретению необходимых медикаментов и оборудования;
  - расходов по оплате труда спасателей, медицинских работников, пожарных и других участников ликвидации чрезвычайных ситуаций;
  - затрат на обеспечение жилым фондом лиц, потерявших кров;

- затрат на восстановление государственных предприятий и инфраструктуры, субсидии пострадавшим фирмам;
- расходов по выплате пособий лицам, ставшим в результате чрезвычайной ситуации инвалидами, сиротами и т. п.;
- затрат на немедленную ликвидацию экологически опасных последствий воздействия поражающих факторов чрезвычайной ситуации;

б) косвенный экономический ущерб государству, представляющий собой не определенные четко, неадресные расходы, к которым относятся:

- расходы государственных внебюджетных фондов по медицинскому, санаторно-курортному и социальному обеспечению, поддержанию и содержанию лиц, пострадавших вследствие чрезвычайной ситуации;
- снижение финансовых поступлений в доходную часть бюджетов всех уровней; в результате сокращения налогооблагаемой базы как непосредственно по предприятиям, пострадавшим от чрезвычайной ситуации, так и в результате снижения деловой активности предприятий, испытавших косвенное воздействие чрезвычайной ситуации.

Согласно закону Кыргызской Республики «О Гражданской защите», оценку риска бедствий, ущерба, убытков и потребностей по реконструкции и восстановлению от чрезвычайных ситуаций организуют и проводят:

- на республиканском уровне – межведомственная комиссия по Гражданской защите Кыргызской Республики;
- на территориальном уровне – территориальные комиссии по Гражданской защите;
- на ведомственном уровне – ведомственные комиссии по Гражданской защите;
- на объектовом уровне – объектовые комиссии по Гражданской защите;
- в особых случаях – специальные комиссии или группы специалистов-экспертов, создаваемые руководителями соответствующих органов управления Гражданской защиты.

Порядок проведения оценки риска бедствий, ущерба, убытков и потребностей по реконструкции и восстановлению от чрезвычайных ситуаций определяется Правительством Кыргызской Республики.

## **7.2. Формирование экономических механизмов обеспечения защиты объектов экономики, населения и территорий в чрезвычайных ситуациях**

Под экономическими механизмами, способствующими решению задач в области защиты промышленных объектов, населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, понимается установление общих норм и правил обеспечения экономических стимулов или регуляторов (страхование, лицензирование, декларирование, льготы по налогам, кредиту, амортизации и т. п.), позволяющих достигнуть рационального уровня риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также организации эффективных действий по их ликвидации и преодолению последствий.

Основные критерии построения этих механизмов – развитие системы защиты объектов экономики, населения и территорий до необходимого уровня, минимизация затрат на проведение мероприятий в данной сфере, создание условий для ускоренного научно-технического прогресса в области предотвращения чрезвычайных ситуаций и эффективной ликвидации их последствий.

В основу функционирования экономических механизмов положены следующие принципы:

- снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций и уменьшение их последствий, базирующихся на экономических оценках;
- функционирование каждого уровня МЧС при условии частичной самокупаемости и самофинансирования;
- возложение материальной ответственности за нанесенный ущерб или риск возникновения чрезвычайных ситуаций на соответствующие предприятия и организации;
- экономическое стимулирование мероприятий, направленных на снижение этого риска.

В условиях перехода к рынку экономический механизм управления комплексом задач прогнозирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций формируется по следующим направлениям:

- установление экономической ответственности за риск возникновения чрезвычайных ситуаций и причиненный ущерб, предусматривающий гарантии его возмещения;
- формирование системы экономического регулирования и финансирования мероприятий по снижению такого риска, а также предупреждению и действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- создание системы экономического стимулирования предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- организация деятельности по экономическому стимулированию инвестиций в мероприятия по предупреждению ЧС, уменьшению и ликвидации их последствий;
- совершенствование ценообразования на продукцию, создаваемую в условиях риска возникновения техногенных аварий, катастроф, стихийных и экологических бедствий;
- объединение и концентрация финансовых, материальных и интеллектуальных ресурсов страны с целью экономически эффективного решения проблем в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Основными элементами экономических механизмов следует считать уровни и фонды безопасности, экономическую ответственность, регулирование безопасности, систему стимулирования.

### **7.3. Уровни безопасности**

Экономические механизмы строятся на определенных уровнях безопасности – текущих (краткосрочных) и целевых, характеризующих современные научные представления о максимально возможном снижении риска чрезвычайных ситуаций по социально-экономическим, экосистемным, природным и техническим критериям. Недопустимо нарушать текущие уровни безопасности,

что должно быть социально гарантировано наравне с гарантией минимума и стандартов социальной защиты. Это достигается государственной системой стандартов и норм, надзором, экспертизой и лицензированием.

Уровни безопасности в зависимости от конкретных условий могут стать основой для разработки системы ограничений на хозяйственную деятельность предприятий и организаций, их развитие, размещение и техническое перевооружение. В качестве показателей, характеризующих такие ограничения, могут быть приняты лимиты выбросов (сбросов) аварийно-химически опасных (АХОВ), радиоактивных (РВ) и других опасных веществ в окружающую среду в случае чрезвычайных ситуаций или критерии, определяющие риск возникновения техногенной аварии, катастрофы, природного или экологического бедствия, эпидемии.

Например, в России имеются Фонды безопасности. В целях упорядочения источников финансирования деятельности по защите объектов экономики, населения, территорий от чрезвычайных ситуаций создаются территориальные и местные фонды безопасности.

Территориальные фонды безопасности формируются на предприятиях, на которых возможны чрезвычайные ситуации, а также при органах самоуправления и исполнительной власти субъектов России.

Основными источниками территориальных фондов безопасности могут стать платежи предприятий за риск возникновения чрезвычайных ситуаций, нарушение технологических и технических параметров технологических процессов, аварийные выбросы (сбросы) АХОВ, РВ или других опасных веществ.

Кроме того, эти фонды могут получать средства за счет:

- платежей предприятий за сверхнормативное и некомпетентное использование, а также потери природных ресурсов и получаемого из них сырья;
- взыскания по искам в возмещение ущерба, причиненного государству, вследствие нарушения законодательства по предупреждению чрезвычайных ситуаций;



- штрафов, взыскиваемых в административном и судебном порядке с должностных лиц и отдельных граждан, виновных в таком нарушении;
- добровольных взносов предприятий, кооперативов, общественных организаций и граждан;
- доходов от проведения займов, лотерей и других коммерческих мероприятий, направленных на снижение риска чрезвычайных ситуаций.

Средства территориальных фондов безопасности, как правило, расходуются на строительство, техническое перевооружение, реконструкцию и капитальный ремонт объектов с целью предупреждения возникновения на них чрезвычайных ситуаций, уменьшения ущерба и ликвидацию их последствий, частичное или полное погашение кредитов банка, получение которых предусмотрено региональными, республиканскими и союзными программами, направленными на предупреждение чрезвычайных ситуаций, уменьшение ущерба и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Местные фонды безопасности формируются на уровне краев, областей и наиболее опасных в отношении чрезвычайных ситуаций городов.

#### **7.4. Экономическая ответственность**

Управление рисками чрезвычайных ситуаций, как правило, имеет затратный характер и, следовательно, ложится нелегким бременем на бюджеты муниципальных образований, предприятий, учреждений и организаций. Поэтому администрации этих уровней неохотно тратят деньги на мероприятия по снижению рисков, по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Невыполнение требований нормативных правовых актов, в том числе и федеральных законов по обеспечению безопасности людей, часто проявляется в их деятельности, хотя влечет за собой административную и экономическую ответственность, а порой и уголовную ответственность.

В особой степени это касается выполнения норм противопожарной безопасности, предписаний о создании резервов финан-

совых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций, организации противопаводковых мероприятий, мер по обеспечению эвакуации населения из зон чрезвычайных ситуаций и многих других положений управления рисками чрезвычайных ситуаций.

Как правило, в законодательных и нормативных правовых актах закрепляется ответственность за нарушения законодательства Кыргызской Республики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Действенным способом пресечения перечисленных и многих других нарушений в рассматриваемой сфере являются санкции, применяемые к нарушителям. В общем случае санкции (от *лат.* «sanctio» – строжайшее постановление) – это меры принудительного воздействия по отношению к нарушителям правовых и технических норм и правил жизнедеятельности, в том числе в сферах безопасности, хозяйственной и финансовой деятельности. Санкции осуществляются со стороны органов исполнительной и судебной власти, правоохранительных, финансовых и налоговых органов, кредитных учреждений, потерпевших ущерб контрагентов.

Санкции включают уголовную и административную ответственность, запрещение или ограничение деятельности, предписание необходимых мер, штрафы, лишение кредитов, закрытие счетов в банках, изъятие материальных и денежных средств. Эти принудительные меры реализуют предупредительную, компенсационную (возмещение ущерба) и репрессивную (наказание) функции.

В значительном числе случаев данные санкции носят экономический характер и потому обычно называются экономическими санкциями. Эти санкции бывают:

- договорные – штрафы за невыполнение условий договора;
- кредитные (банковские), применяемые кредиторами при нарушении обязательств по кредиту;
- финансовые, включающие финансовые меры к нарушителям со стороны государственных и иных органов.

Частным случаем экономических санкций являются штрафные санкции: предусмотренные договором, документально зафиксиро-

рованные виды и уровни штрафа, взимаемого с лиц, нарушивших установленные ими условия, обязательства по контракту. Чаще всего штрафные санкции предусматриваются за несвоевременное выполнение или полное невыполнение правовых или технических норм, условий, заказа, графика работ, низкое качество продукции, товаров, услуг, за нанесение других видов ущерба, убытков. Штрафные санкции чаще всего выступают в виде собственно штрафа, неустойки, пени.

**Штраф** представляет собой денежное наказание в виде взыскания с провинившегося определенной суммы денег. Это мера материального воздействия на юридических и физических лиц, виновных в нарушениях законов, договоров, действующих правил. Штраф налагается уполномоченными органами или выплачивается согласно условиям договора в твердой сумме по шкале нарушений или в процентах, в доле стоимости невыполненного обязательства.

**Неустойка** – сумма штрафа, которая выплачивается кредитору в случае ненадлежащего исполнения или договорных обязательств или обязательства, вытекающих из требований законов. Неустойка обычно устанавливается в твердой сумме или в процентах от суммы неисполненного обязательства.

**Пеня** (от лат. «роена» – наказание) – это экономическая санкция в виде денежного штрафа, накладываемого за несвоевременное выполнение, просрочку денежных обязательств. Пеня обычно устанавливается в виде процента от суммы просроченного обязательства и начисляется за каждый день просрочки в течение определенного периода, после которого взыскивается разовый штраф. Штраф, неустойка, пеня в качестве экономических санкций находят применение, наряду с другими сферами жизнедеятельности и в управлении рисками чрезвычайных ситуаций.

**Санкции** – необходимый элемент каждого закона, и обычно они указываются в тексте самого закона, который просто не может не опираться на государственное принуждение во многих случаях, когда нарушаются узаконенные «правила игры».

Следует заметить, что, устанавливая санкции, законодатель обычно преследует не только цели принуждения, но и воспитания,

поэтому иногда они представляют собой предостережения, общественные порицания, ограничения имущественной ответственности.

Наиболее характерными механизмами, применяемыми к субъектам, отвечающим за обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, являются:

- механизмы экономической ответственности;
- фондовые механизмы и механизмы бюджетного финансирования;
- применение штрафных санкций.

Указанные экономические механизмы регулирования могут применяться на всех уровнях управления безопасностью и риском. Все это в той или иной степени находит отражение в фактически уже сформировавшейся в стране законодательной и нормативной правовой базе в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Согласно Закону Кыргызской Республики «О Гражданской защите» (ст. 23 «Возмещение ущерба и убытков от чрезвычайных ситуаций»), юридические и физические лица, по вине которых произошли чрезвычайные ситуации, обязаны возместить ущерб и убытки, причиненные гражданам, объектам производственного и социального назначения, территориям, окружающей природной среде [23].

По Закону Кыргызской Республики «О пожарной безопасности» (ст. 26 «Ответственность за нарушение стандартов, норм и правил пожарной безопасности»), должностные лица и граждане, виновные в нарушении или невыполнении установленных требований стандартов, норм и правил пожарной безопасности, могут быть привлечены к дисциплинарной, административной и уголовной ответственности в соответствии с действующим законодательством.

### ***Статья 27. Возмещение ущерба, нанесенного пожаром***

Предприятия, учреждения, организации и граждане обязаны возместить ущерб, нанесенный пожаром, в установленном законодательством порядке.

Лица, по вине которых предприятия, учреждения и организации понесли расходы, связанные с возмещением ущерба, несут материальную ответственность в установленном порядке.

(В редакции Закона КР от 16 июня 2011 года № 49) [23].

Таким образом, мониторинг, разработка и применение экономических механизмов в сочетании с возможностями, вытекающими из требований нормативной правовой системы, позволят значительно повысить уровень защиты объектов экономики, населения и территорий от аварий, катастроф, экологических бедствий и их последствий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Денисов В.В.* Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при ЧС: учеб. пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова. М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: ИЦ «МарТ», 2008. 608 с.
2. *Справочные данные по расчету ЧС техногенного и экологического происхождения.* М., 2007.
3. Закон Кыргызской Республики от 20 июля 2009 года № 239 «О Гражданской защите» (в редакции Закона КР от 13 июля 2012 года № 108). Бишкек, 2012.
4. Состояние защиты населения и территорий России от чрезвычайных ситуаций в 2003 году (Государственный доклад) // *Гражданская защита.* 2004. № 7. С. 18–23.
5. *Пчелкин В.И.* Безопасность зданий и сооружений в зоне гидродинамических аварий на гидротехнических сооружениях. Технологии гражданской безопасности / В.И. Пчелкин // *Вестник ФЦ «ВНИИ ГОЧС».* 2004. № 2 (4). С. 66–69.
6. *Шангареев С.* Инженерная защита гидротехнических сооружений / С. Шангареев // *Гражданская защита.* 2003. № 5. С. 25–26.
7. Федеральный закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» № 132-ФЗ от 16 октября 1997 года.
8. ГОСТ Р.22.1.11-2002. БЧС. Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них. Общие требования.
9. Слишком велика вероятность // *Военные знания.* 1998, февраль. С. 32–33.
10. *Пьянзин М.П.* Чрезвычайные ситуации (источники, прогноз, защита): учеб. пособие / М.П. Пьянзин, А.Ф. Борисов. М.: Изд-во «Вента» НГАСУ, 2004.
11. *Гражданская оборона* / под ред. Е. П. Шубина. М.: Промсвещение, 1991.
12. *Безопасность в чрезвычайных ситуациях* / под ред. Н.К. Шишкина. М.: ГУУ, 2000.
13. *Безопасность в чрезвычайных ситуациях* / Б.С. Мاستрюков. М.: ИЦ «Академия», 2003.

14. *Озеров А.* Метод оперативного оповещения о землетрясениях на Камчатке / А. Озеров // Гражданская защита. 2003. № 11. С. 53–56.
15. Как бы с водой не выплеснуть ребенка // Гражданская защита. 2005. № 1. С. 13–19.
16. *Титоренко П.П.* Гражданская защита: учеб. пособие / П.П. Титоренко. М.: МГТУ, 1997.
17. Краткие справочные данные о ЧС техногенного, антропогенного и природного происхождения. М.: Штаб ГО РФ, 1990.
18. *Васильев В.И.* Устойчивость объектов экономики в ЧС: учеб. пособие / В.И. Васильев. СПб.: СПбГПУ, 2002.
19. Стихийные бедствия, аварии, катастрофы. Вып. 1 // Библиотечка журнала «Военные знания». М., 1998.
20. *Демиденко Г.П.* Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: справочник / Г.П. Демиденко. Киев: Вища школа, 1989. 287 с.
21. Основы защиты населения и территорий в ЧС / под ред. В.В. Тарасова. М.: МГУ, 1998.
22. *Цивилев М.* Размеры зон разрушений при детонационных взрывах газо- и паровоздушных смесей углеводородных веществ / М. Цивилев // Гражданская защита. 1995. № 11. С. 57–60.
23. *Бесчастнов М.В.* Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. М.: Химия, 1991.
22. Методическое руководство по оценке ущерба, убытков и потребностей по реконструкции и восстановлению от чрезвычайных ситуаций в Кыргызской Республике. URL: [http://mes.kg/ru/Methodical\\_koldonmo\\_ru/](http://mes.kg/ru/Methodical_koldonmo_ru/)
23. Сайт Министерства чрезвычайных ситуаций. <http://mes.kg/ru/>
24. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики. Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при правительстве Кыргызской Республики. URL: <http://nd.nature.gov.kg/ru/upravlenie-ohranoj-okruzhajuschej-sredy/oos.html>

*Гульнара Мухамедовна Джаманкулова,  
Бейшенбек Сыдыкбекович Ордобаев*

**БЕЗОПАСНОСТЬ  
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Учебное пособие

Редактор *Н.В. Шумкина*  
Компьютерная верстка *А.С. Шелестовой*

Подписано в печать 15.12.2016.  
Печать офсетная. Формат 80 × 64 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Объем 11,75 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 3

Издательство КРСУ  
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ  
720048, г. Бишкек, ул. Горького, 2