

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией биологического  
факультета для студентов ННГУ всех направлений подготовки и  
специальностей, изучающих дисциплину "Безопасность  
жизнедеятельности"

Нижний Новгород

2013

УДК 355.58 (075.8)

ББК 68.69 я73

Б-68

**Б-68 Безопасность жизнедеятельности.** Учебное пособие.  
Составители: В.А. Басуров, Е.А. Калюжный, С.В. Михайлова,  
А.Б. Савинов / Под ред. к.б.н, доцента В.А. Басурова. – Нижний  
Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. 186 с.

Рецензенты: к.в.н., доцент **В.Ф. Тютерев**,  
начальник управления по делам ГО, ЧС и  
пожарной безопасности г. Арзамаса **А.А. Трунин**

В пособии основное внимание уделено оценке влияния опасностей на человека, методам идентификации опасностей техносферы, средствам и способам создания малоопасных технических средств и технологий, а также выбору и применению защитных средств в опасных и чрезвычайно опасных условиях жизнедеятельности.

Рассматриваются теоретические основы безопасности жизнедеятельности, структура мероприятий экологической безопасности, базовые представления по обеспечению пожарной безопасности, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, комплексная защита населения в чрезвычайных ситуациях военного времени, задачи и мероприятия гражданской обороны и государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для студентов высших учебных заведений всех специальностей и направлений подготовки. Пособие также может быть рекомендовано всем желающим получить базовые представления о безопасности жизнедеятельности в современных условиях.

*Ответственный за выпуск:*

Председатель методической комиссии биологического факультета ННГУ,  
д.б.н., проф. **И.М. Швец**

УДК355.58 (075.8)

ББК 68.69 я73

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2013

## Оглавление

Введение	5
Глава 1. Теоретические основы безопасности	7
1.1. История учения о безопасности жизнедеятельности	7
1.2. Характеристика БЖД как учебной и научной дисциплины	8
1.3. Основные понятия, принципы, аксиомы БЖД	9
1.3.1. Взаимодействия в системе «человек-среда»	9
1.3.2. Свойства, классификация опасностей	10
1.3.3. Критерии количественной оценки опасностей	13
1.3.4. Системы безопасности	18
Глава 2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	20
2.1. Структура и задачи РСЧС и ГО	20
2.2. Чрезвычайные ситуации природного характера	28
2.3. Чрезвычайные ситуации техногенного характера	30
2.3.1. Аварии на транспорте	31
2.3.2. Пожары и взрывы	35
2.3.3. Аварии с выбросом АХОВ	51
2.3.4. Аварии с выбросом радиоактивных веществ	54
2.3.5. Гидродинамические аварии	58
2.4. Защита населения при ЧС мирного и военного времени	65
2.4.1. Использование защитных сооружений	66
2.4.2. Проведение эвакуационных мероприятий	74
2.4.3. Применение средств индивидуальной защиты	75
Глава 3. Экологическая безопасность	90
3.1. Техносфера как искусственная среда обитания человека	90
3.1.1. Техногенные системы как продукты техногенеза	90
3.1.2. Антропогенные экологические факторы	93
3.2. Загрязнение атмосферы	95
3.2.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	95
3.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников	96
3.2.3. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников	99
3.2.4. Трансграничный перенос загрязняющих веществ	100
3.3. Загрязнение почв	102
3.3.1. Проблема загрязнения почв в Российской Федерации	102
3.3.2. Проблема загрязнения почв в странах Европы	104
3.4. Загрязнение водоемов	106
3.4.1. Источники поллютантов и районы загрязнения водных ресурсов	106
3.4.2. Проблема эвтрофикации водоемов	107
3.4.3. Международное сотрудничество в области защиты водных ресурсов от загрязнения	107
3.5. Теоретические основы экологической безопасности	108

3.5.1.	Правило толерантности Шелфорда	108
3.5.2.	Принципы организации и функционирования экологических систем. Особенности круговоротов веществ в загрязненной экосистеме	109
3.5.3.	Подходы к формированию и развитию системы экологической безопасности	112
Глава 4.	Эргономические основы безопасности жизнедеятельности	120
4.1.	Общие представления об операторской деятельности	123
4.1.1.	Основные черты и этапы деятельности человека-оператора	123
4.1.2.	Психические процессы, лежащие в основе трудовой деятельности оператора	124
4.1.3.	Мотивация	127
4.2.	Практические состояния человека – оператора	129
4.3.	Особые психические состояния	130
4.4.	Негативные факторы производственной среды	133
4.4.1.	Классификация условий трудовой деятельности	133
4.4.2.	Механические опасности	135
4.4.3.	Механические колебания	136
4.4.4.	Электрический ток	139
4.4.5.	Электромагнитные поля	140
4.4.6.	Лазерное излучение	145
4.4.7.	Неинтенсивные излучения оптического диапазона	147
4.4.8.	Ультрафиолетовое излучение (УФ)	149
4.4.9.	Инфракрасное излучение	150
4.4.10.	Ионизирующее излучение	150
4.4.11.	Факторы риска при работе с компьютерами и видеотерминалами	157
Глава 5.	Оказание первой доврачебной помощи	159
5.1.	Основные понятия	159
5.2.	Обморок и коллапс	160
5.3.	Травматический шок	161
5.4.	Кровотечение	162
5.5.	Механические повреждения	164
5.6.	Раны и раневая инфекция	168
5.7.	Понятие о травме грудной клетки и живота	169
5.8.	Черепно-мозговая травма	171
5.9.	Термические поражения	171
5.10.	Электротравма	173
5.11.	Тепловой и солнечный удары	174
5.12.	Утопление	175
5.13.	Терминальные состояния. Понятие о реанимации	176
5.14.	Первые действия на месте ДТП	181
Литература		187

## Введение

Государственная политика в области образования основывается на приоритете общечеловеческих ценностей, жизни и здоровья человека. Особую значимость знания о безопасности жизнедеятельности человека приобретают в условиях развития общества, когда непрерывно возрастают техногенные и антропогенные нагрузки на природную среду, расширяется круг и уровень воздействия опасностей. Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» дает представления о прогнозировании чрезвычайных ситуаций, алгоритмах организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, снижении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций<sup>1</sup>.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» предназначена для воспитания «личности безопасного типа», хорошо знакомой с современными проблемами безопасности деятельности человека, осознающей их исключительную важность, стремящейся решать эти проблемы и при этом разумно сочетать личные интересы с интересами общества. Основная цель преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» – широкая пропаганда знаний, направленных на снижение смертности и потерь здоровья людей от внешних причин.

Согласно определению "Безопасность жизнедеятельности" как учебная и научная дисциплина решает три группы задач:

- идентификацию потенциальных опасностей, т. е. их выявление и установление количественных, качественных, временных, вероятностных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности;
- профилактику и защиту от идентифицированных опасностей на основе сопоставления затрат и выгод;
- действия в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций (ЧС), так как часть идентифицированных опасностей в соответствии с концепцией остаточного риска может с определенной вероятностью реализоваться; смягчение и ликвидация последствий.

Необходимо подчеркнуть, что *защита от опасностей и эффективность системы обеспечения безопасности жизнедеятельности* всегда занимала и занимает важное место в повышении средней продолжительности жизни людей.

Комплексное решение проблемы безопасности человека в России предполагает:

- модернизацию системы государственного управления в сфере защиты человека;
- формирование научного потенциала, направленного на развитие

---

<sup>1</sup>В данной работе сведения по безопасности, как правило, излагаются без включения быстро меняющегося нормативного материала, за исключением федеральных законов, регламентирующих и регулирующих наиболее значимые сферы обеспечения безопасности жизнедеятельности.

учения о безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности;

- создание концепции всеобщего и профессионального обучения россиян по БЖД, направленного на овладение и расширение их знания о культуре безопасности.

Настоящее учебное пособие направлено на формирование у студентов предусмотренных федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) общекультурных и профессиональных компетенций, представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и отдыха с требованиями к безопасности техники, рациональной организации рабочего места и рабочего пространства, защищенности человека от опасных и вредных факторов бытовой и производственной среды. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека.

Руководитель межфакультетского отделения  
"Безопасность жизнедеятельности" кафедры экологии  
ННГУ им. Н.И. Лобачевского, к.б.н., доцент  
В.А. Басуров

# Глава 1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности

## 1.1. История учения о безопасности жизнедеятельности

*Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – наука о комфортном и травмобезопасном взаимодействии человека со средой обитания (техногенной, природной, социальной и т.п.).*

Понятие «безопасность жизнедеятельности» формализовано впервые в России в 1990 г. решением Коллегии государственного комитета СССР по народному образованию № 8/3 от 27.04.90 «О мерах по созданию системы непрерывного образования в области «безопасности жизнедеятельности». Преподавание специальной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) в высших учебных заведениях России с 01.09.91 г. введено Постановлением Совета Министров РСФСР от 14.05.91 г. № 253.

Возникновение новой области научных знаний – объективная потребность современного состояния общества. Известно, что необходимость защиты от пожаров, опасностей в сфере деятельности людей, естественных стихийных явлений и т. п. существовала всегда на всех этапах развития человеческого общества, однако масштабы защитной деятельности закономерно возрастали по мере увеличения уровня воздействия негативных факторов.

Так, система пожарной защиты (создание первых профессиональных пожарных команд) в России формируется начиная со второй половины 17-го века. В период роста промышленного производства (с 80-х годов 19-го века), с появлением паровых, нефтяных и электрических двигателей, технологий получения и обработки металлов и ряда других технических решений, были реализованы первые организационные и научно-технические разработки в области *охраны труда и техники безопасности*. Усиление негативного влияния техносферы на биосферу в последней трети 20-го века привело к возникновению нового направления защитной деятельности – *охрана (защита) окружающей среды*, главная цель которой сводилась к смягчению указанного воздействия.

Позднее в нашей стране берет начало защитная деятельность в области чрезвычайных ситуаций. *Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)* начала формироваться в 1992 году и на сегодняшний день объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций (в том числе частных), в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. В 1994 году создано Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС) (более подробно см. гл. 2.).

Отметим значительно большую историю государственной деятельности в сфере защиты от чрезвычайных происшествий, по предупреждению и ликвидации пожаров, аварий на транспорте и в горнорудной промышленности (Госгортехнадзор).

На рубеже XX-XXI вв., учитывая, что основной средой обитания для человека стала техносфера, обладающая высокой концентрацией опасностей, возникла необходимость *вовлечения в защитную деятельность всего населения нашей планеты.*

Новая область научных знаний – наука о безопасности жизнедеятельности человека и соответствующее ей содержание понятия "культура безопасности" формируются сейчас на основе накопленного ранее богатого практического опыта решения прикладных задач и позитивных попыток использования фундаментальных основ науки.

## 1.2. Характеристика БЖД как учебной и научной дисциплины

*Цель* науки о БЖД – создание защиты человека в техносфере от внешних негативных воздействий антропогенного, техногенного и естественного происхождения. Объектом защиты от опасности является человек.

*Предмет* исследований в науке о БЖД – это опасности и их совокупность (поле опасностей), действующие в системах «объект защиты – источник опасности», а также средства и системы защиты от опасностей.

В профилактике негативного влияния этих факторов различают три главных направления: личное безопасное поведение человека, реализация общественных (коллективных) мер по безопасности деятельности и обеспечение качественного состояния среды обитания.

*Личные меры безопасности* связаны с рациональным выбором места жительства, соблюдением правил и норм охраны труда, следованием традициям здорового образа жизни, которые могут существенно продлить жизнь каждого человека и его близких, избавить их от преждевременной старости и гибели.

На каждом этапе социально-экономического развития страны значительное позитивное влияние на здоровье населения оказывают *коллективные меры безопасности*. Они направлены на реализацию безопасных условий деятельности и быта; эффективную работу систем предупреждения и защиты населения от техногенных и естественных катастроф. Эффективность коллективных мер во многом обусловлена успешным взаимодействием государственных структур, ответственных за их реализацию, наличием законодательно-нормативной базы, использованием современных средств и методов защиты людей от негативных воздействий.

Обеспечение *качественного состояния среды обитания* достигается главным образом в результате рационального обращения с ресурсами и отходами, использования в условиях техносферы объектов экономики, машин и технологий, соответствующих нормативным требованиям по безопасности и экологичности.



## 1.3. Основные понятия, принципы, аксиомы БЖД

### 1.3.1. Взаимодействия в системе "человек-среда"

Известно, что *жизнь – одна из форм существования материи, закономерно возникающая при определенных условиях в процессе ее развития.* В соответствии с законом сохранения жизни Ю.Н. Куражковского жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии, информации. Это позволяет утверждать, что при жизни человек связан с внешним миром (средой обитания) потоками вещества, энергии и информации, поглощая (или излучая) их.

Таким образом, жизнедеятельность человека предполагает непрерывное взаимодействие человека с окружающей его средой с образованием постоянно действующей системы «человек – среда обитания». Именно в процессе этого взаимодействия человек реализует свои физиологические и социальные потребности. Причем, среда обитания представляет собой совокупность факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство.

Из рассмотренного выше следует, что в зависимости от значения факторов и интенсивности потоков в среде обитания, можно получить ряд характерных ситуаций взаимодействия в системе «человек – среда обитания», а именно:

- *комфортное* (оптимальное), когда факторы (потоки) соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, продуктивности деятельности, гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;

- *допустимое*, когда факторы (потоки), воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;

- *опасное*, когда факторы (потоки) превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды;

- *чрезвычайно опасное*, когда факторы (потоки) высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания. Гибель организма

происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые подсистемы.

Комфортные и допустимые потоки не оказывают негативного влияния на здоровье человека, а опасные и чрезвычайно опасные угрожают человеку потерей здоровья или летальным исходом. Следовательно, воздействие среды обитания на человека может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков веществ, энергий и информации.

Опасности возникают при достижении внешними потоками вещества, энергии и/или информации значений, превышающих способность к их восприятию любым элементом системы «человек – среда обитания» без нарушения своей функциональной целостности, т. е. без причинения ущерба.

### 1.3.2. Свойства, классификация опасностей

Понятие «*опасность*» – *свойство человека и компонент окружающей среды, способное причинять ущерб живой и неживой материи.*

Применительно к БЖД термин «опасность» можно сформулировать таким образом: опасность – негативное свойство среды обитания, приводящее человека к потере здоровья или к гибели.

При анализе процесса воздействия опасностей в системе «человек – техносфера» следует учитывать два важных обстоятельства:

- потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, *не обладают избирательностью* по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящихся в зоне их влияния;
- воздействие опасностей *носит совокупный характер*, т.е. на любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания.

Важно понимать, что опасности возникают и реализуются только при воздействии источника опасности на объект защиты в условиях, когда параметры потоков воздействия превышают способность объекта защиты к их восприятию с сохранением своей целостности.

Для современного состояния системы «человек – среда» характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека:

- длительное воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах. Сюда входят ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также действия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные дожди, повышение радиоактивного фона атмосферы);
- кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных, максимум в региональных зонах. Сюда входят

ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

В теории БЖД весьма распространенным является выражение «*потенциальная опасность*», которая представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что **«жизнедеятельность человека потенциально опасна»**. Оно предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводят к возникновению новых негативных факторов.

**Реальная опасность** всегда связана с конкретной угрозой воздействия на объект защиты (человека); она координирована в пространстве и во времени.

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

Различные подходы к систематизации опасностей представлены в таблице 1.1. Основу классификации составляют две группы признаков: 1 – виды источников опасности, их параметры и зоны воздействия потоков (п. 1–7); 2 – свойства объекта защиты (п. 8–10).

Таблица 1.1

**Классификация опасностей (по Белову и др., 2007)**

№ п/п	Признак классификации	Вид (класс)
1.	По происхождению	Естественные Антропогенные
2.	По видам потоков	Техногенные Массовые Энергетические Информационные
3.	По интенсивности потоков	Опасные Чрезвычайно опасные
4.	По длительности действия	Постоянные Переменные, периодические Импульсные, кратковременные
5.	По видам зон воздействия	Производственные Бытовые Городские (транспортные и др.) Зоны ЧС
6.	По размерам зоны воздействия	Локальные Региональные Межрегиональные Глобальные
7.	По степени завершенности процесса воздействия опасности	Потенциальные Реальные Реализованные
8.	По избирательной идентификации опасности органами чувств человека	Различимые Неразличимые
9.	По воздействию на человека	Вредные Травмоопасные
10.	По численности людей, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные Групповые (коллективные) Массовые

### 1.3.3. Критерии количественной оценки опасностей

Для количественной оценки (квантификации) опасностей в зонах защиты используют критерии комфортности и травмобезопасности, а также показатели негативного влияния опасностей.

Основное условие безопасности в зоне пребывания человека имеет вид

$$П < ПДП, \quad (1)$$

где  $П$  – показатель опасности;

$ПДП$  – предельно допустимое значение показателя.

**Критерии комфортности.** Зоны пребывания человека считаются безопасными, если в них не превышены нормативные требования по параметрам среды обитания (воздух, вода, пищевые продукты), предельно допустимым интенсивностям энергетического излучения и т. д.

Применительно к ситуации с загрязнением компонент среды обитания различными веществами условие комфортности (1) имеет вид

$$C_i \leq ПДК_i, \quad (2)$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го вещества в жизненном пространстве;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в жизненном пространстве.

В зависимости от свойств загрязнителя и вида зоны защиты ограничения на действующие в них потоки могут обладать определенной спецификой. Так, для оценки качества атмосферного воздуха в населенных пунктах регламентированы два вида допустимых концентраций: максимально разовая ( $ПДК_{мр}$ ) и среднесуточная ( $ПДК_{сс}$ ). Концентрация ( $C$ ) каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать максимально разовой предельно допустимой концентрации, т. е.  $C \leq ПДК_{мр}$  при ее экспозиции не более 20 мин. Если время воздействия вредного вещества превышает 20 мин, то необходимо соблюдать  $C \leq ПДК_{сс}$ .

В реальных городских (региональных и т. п.) условиях атмосферный воздух практически всегда оказывается одновременно загрязненным несколькими веществами. Совместное негативное влияние загрязняющих веществ оценивают *индексом загрязнения атмосферы* (ИЗА). Для каждого  $i$ -го вещества  $ИЗА_i = k_i (C_i / ПДК_{сс})$ , где  $k_i$  – коэффициент, равный 1,7, для веществ I класса; 1,3 – для веществ II класса; 1,0 – для веществ III класса и 0,9 – для IV класса;  $C_i$  – текущая концентрация  $i$ -го вещества в атмосфере,  $ПДК_i$  – предельно допустимая среднесуточная концентрация  $i$ -го вещества.

Обычно интегральную оценку загрязненности атмосферы в городах ведут по пяти наиболее опасным веществам, для чего рассчитывают значения  $ИЗА_5$  по формуле:

$$ИЗА_5 = \sum_{i=1}^5 k_i \frac{C_i}{ПДК_{сс_i}} \quad (3)$$

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах считается низким при  $ИЗА = 0 - 4$ ; повышенным – при 5-6; высоким – при 7-13; очень высоким – при  $\geq 14$ .

При загрязнении среды обитания потоками энергии условие комфортности (1) принимает вид:

$$I_i < \text{ПДУ}_i, \quad (4)$$

где  $I_i$  – интенсивность  $i$ -го потока энергии;  $\text{ПДУ}_i$  – предельно допустимый уровень интенсивности  $i$ -го потока энергии.

Конкретные значения ПДУ устанавливаются государственными нормативными актами.

**Риск.** Воздействие многих негативных факторов на человека или группу (коллектив, население города и т. п.) людей оценивают величиной индивидуального или социального риска. Это наиболее корректно в тех случаях, когда потоки масс и/или энергий от источника негативного воздействия в жизненном пространстве нарастают стремительно и достигают чрезмерно опасных для человека значений (например, при авариях). Риск негативного воздействия на человека в жизненном пространстве обычно связан с развитием чрезвычайных происшествий природного и/или техногенного характера.

*Риск – вероятность реализации негативного воздействия (воздействие опасности) за определенный период времени (например, за год).*

В БЖД негативных воздействий оценивают, используя следующие виды риска:

- *индивидуальный риск ( $R_{ин}$ )* – объектом защиты является человек;
- *социальный риск ( $R_c$ )* – объектом защиты является группа или сообщество людей.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации опасностей в конкретных ситуациях. При использовании статистических данных его определяют по формуле:

$$R_{ин} = N_{п}/N_{в}, \quad (5)$$

где  $N_{п}$  – численность пострадавших (погибших) от определенного фактора опасного воздействия за год или от их совокупности, например при работе шахтером, испытателем и т. п.;  $N_{в}$  – численность людей, подверженных воздействию этих факторов за год.

Источники и факторы *индивидуального риска* многочисленны и разнообразны. Некоторые значения индивидуального риска приведены в таблице 1.2, в которой величина риска отнесена к периоду времени, равному одному году. В соответствии с данными таблицы величина приемлемым риском ( $R_{пр}$ ) имеет порядок  $10^{-6}$  и ниже.

В процессе принятия решений условием безопасности считают соотношение  $R_{ин} \leq R_{пр}$  реализуемое в зоне пребывания человека.

Максимальное значение индивидуального риска ( $R_{ин}$ ) для человека в конкретной зоне его пребывания определяют суммацией величины естественного риска ( $R_{ест}$ ) в этой зоне с величиной индивидуального риска, возникающего от действия всех техногенных источников ( $R_{т}$ ) в данной зоне пребывания по формуле:

$$R_{ин} = R_{ест} + R_{т} \quad (6)$$

Таблица 1.2

**Характерные значения индивидуального риска гибели людей  
от естественных и техногенных факторов (по Белову и др.,  
2007)**

$R_{\text{и}}$ на 1 чел. в год	Причины возникновения риска	Зона риска
$3,4 \cdot 10^{-3}$ $1,6 \cdot 10^{-3}$ $10^{-3}$	Сердечно-сосудистые заболевания Злокачественные опухоли Автомобильные аварии	Зона неприемлемого риска, $R \geq 10^{-3}$
$10^{-4}$  $10^{-5}$  $10^{-6}$	Несчастные случаи на производстве  Аварии на железнодорожном, водном и воздушном транспорте; пожары и взрывы Проживание вблизи ТЭС (при нормальном режиме работы)	Переходная зона, $10^{-6} \leq R \leq 10^{-3}$
$10^{-7}$  $10^{-8}$	Все стихийные бедствия, укусы опасных насекомых и животных  Проживание вблизи АЭС (при нормальном режиме работы)	Зона приемлемого риска, $R \leq 10^{-6}$

Необходимо понимать, что значения  $R_{\text{и}}$ , определенные по формуле, являются условными, так как дают значения максимального индивидуального риска при одновременной реализации опасностей в конкретной точке пространства, что в реальных условиях маловероятно.

*Социальный риск* характеризует негативное воздействие чрезвычайных происшествий на группы людей. Величину его рассчитывают по формуле:

$$R_c = \Delta P / P, \quad (7)$$

где  $\Delta P$  – численность погибших от ЧП одного вида в год;  $P$  – средняя численность лиц, проживающих или работающих на данной территории, подверженной влиянию ЧП.

К источникам и факторам социального риска прежде всего относят:

- особо опасные объекты, технические средства, склонные к возникновению аварий;
- урбанизированные территории с неустойчивой ситуацией;
- эпидемии;
- стихийные бедствия.

В БЖД иногда используют понятие экологического риска ( $R_3$ ). Его оценивают как отношение численности разрушенных природных объектов к общей численности объектов на рассматриваемой территории в течение года и определяют по формуле:

$$R_3 = \Delta O / O \quad (8)$$

где  $\Delta O$  – численность разрушенных природных объектов из их общего числа  $O$  в пределах рассматриваемого региона.

Иногда экологический риск оценивают отношением площади нарушенных территорий ( $\Delta S$ ) к общей площади ( $S$ ) региона, т. е.

$$R_3 = \Delta S / S \quad (9)$$

Источниками и факторами экологического риска в основном могут быть техногенное влияние на окружающую природную среду и стихийные явления: землетрясения, наводнения, ураганы, засуха и т. п.

**Концепция приемлемого риска.** Введение в рассмотрение понятия о предельно допустимых рисках отражает современный подход к оценке меры опасности. Стремление человечества в прошлом создать безопасную среду обитания (прежде всего техносферу) оказалось неадекватным действительности. Современный мир отверг концепцию «абсолютной безопасности» и пришел к концепции приемлемого допустимого риска. При реализации этой концепции важнейшей задачей является установление верхней границы допустимого риска.

Современные представления об уровнях приемлемого индивидуального риска (см. табл. 2) говорят о следующем:

- в верхней зоне при вероятности более  $10^{-3}$  сосредоточены наиболее вероятные причины, по которым погибает подавляющее большинство людей, поэтому добавление в нашу жизнь факторов опасности с вероятностью более  $10^{-3}$  существенно увеличивает вероятность смерти людей от внешних причин. Эта зона рассматривается как зона неприемлемого риска;
- в зону индивидуального риска смерти человека от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  входят многочисленные, весьма распространенные виды деятельности и события; ее называют переходной зоной;
- по принятой в настоящее время концепции допустимое для населения значение индивидуального риска от любой формы деятельности не должно превышать величину  $10^{-6}$ . Эта величина в основном связана со стихийными природными явлениями, избавиться от которых невозможно, вследствие чего их вынуждены принимать как условия своего существования на Земле. Одновременно статистика показывает также, что индивидуальный риск летального исхода при эксплуатации многих технических систем существует на уровне  $10^{-7}$ .

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.



Прежде всего, нужно иметь в виду, что экономические возможности повышения безопасности технических систем небезграничны. Затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности, можно нанести ущерб социальной сфере, т.е. при увеличении затрат технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это обстоятельство и нужно учитывать при выборе риска, с которым общество пока вынуждено мириться. Область указанных минимальных значений и следует рассматривать как зону приемлемого риска. В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

Таким образом, приемлемый (допустимый) риск представляет оптимальный баланс между безопасностью и требованиями, которым должны удовлетворять продукция, процесс или услуга, а также такими факторами, как эффективность затрат, выгодность для пользователя, и др. Допустимого риска достигают с помощью итеративного процесса оценки и уменьшения риска.

Исходя из того, что было написано выше, можно дать такое определение понятия «безопасность». *Безопасность – это опасность, риск которой является приемлемым (допустимым). Обеспечить безопасность – это значит достичь допустимого риска.*

Практическая деятельность показывает, что даже при самом внимательном подходе к обеспечению безопасности (например, в космонавтике), катастроф с человеческими жертвами избежать не удастся. Поэтому, разрабатывая и внедряя защитные меры, следует предусматривать действия в возможных чрезвычайных ситуациях, которые возникают из-за остаточного риска.

Для обеспечения заданного уровня безопасности необходимо решить ряд задач:

- идентифицировать опасности;
- разработать превентивные и защитные меры (совершенствование технических систем и объектов, подготовка персонала и пр.);
- предусмотреть действия на случай реализации остаточного риска, в том числе по ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций.

*Другие показатели негативного влияния опасностей* на человека и общество. Реализованные в среде обитания человека опасности неизбежно сопровождаются потерей здоровья и гибелью людей. Для оценки этих потерь на объектах экономики в условиях города, региона или в быту используют следующие абсолютные показатели:

- численность  $T_c$  погибших от внешних факторов за год;
- численность  $T_{тр}$  пострадавших от воздействия травмирующих факторов за год;
- численность  $T_z$ , получивших региональные или профессиональные заболевания от воздействия вредных факторов.

Для оценки травматизма в производственных условиях, кроме абсолютных показателей, используют относительные показатели частоты и тяжести травматизма.

*Показатель частоты травматизма*  $K_{\text{ч}}$  определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период:

$$K_{\text{ч}} = T_{\text{тр}} 1000 / C, \quad (10)$$

где  $C$  – среднесписочное число работающих.

*Показатель тяжести травматизма*  $K_{\text{т}}$  характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_{\text{т}} = D / T_{\text{тр}}, \quad (11)$$

где  $D$  – суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

*Показатель травматизма со смертельным исходом*  $K_{\text{си}}$  определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год):

$$K_{\text{си}} = 1000 (T_{\text{си}} / C), \quad (12)$$

где  $T_{\text{си}}$  – численность пострадавших со смертельным исходом.

В качестве показателей негативного влияния опасностей, в той или иной мере отражающих уровень опасности среды обитания страны или региона, используют также *младенческую и детскую смертность*, а также смертность населения в трудоспособном возрасте *от внешних причин*. Как уже отмечалось во введении, особое место среди критериев оценки безопасности в системе «человек – среда» занимают такие показатели как ожидаемая продолжительность жизни при рождении и средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте.

#### 1.3.4. Системы безопасности

Основное желаемое состояние человека как объекта защиты – безопасное. Оно реализуется при полном отсутствии негативных воздействий на него и достигается также при условии, когда действующие опасные потоки снижены системой защиты до предельно допустимых уровней воздействия.

В общем понимании можно предполагать реализацию следующих систем безопасности, характерных для области защиты человека и человечества:

- человек как отдельная личность в среде обитания;
- группа людей в среде обитания;
- население города (региона) в техносфере;
- человечество в биосфере и техносфере;
- жизнь на Земле в космической среде.

Системы безопасности, которые реально существуют сегодня для защиты человека и зон его пребывания от опасностей представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

**Системы безопасности (по Белову С.В. и др., 2007)**

<b>Вид опасностей, поле опасностей</b>	<b>Объект защиты</b>	<b>Системы безопасности</b>
Опасности трудовой деятельности	Человек	Охрана труда
Опасности среды жизнедеятельности человека	Человек	Безопасность жизнедеятельности
Опасности техносферы	Природная среда	Охрана природной среды
Чрезвычайные ситуации биосферы и техносферы	Человек Природная среда Материальные ресурсы	Защита в чрезвычайных ситуациях
Внешние и внутренние общегосударственные опасности	Общество Нация	Система государственной национальной, военной безопасности
Опасности неконтролируемой и неуправляемой общечеловеческой деятельности (рост населения, оружие массового поражения ОМП, парниковый эффект)	Человечество Биосфера Техносфера	Глобальная безопасность
Опасности космоса	Человечество Планета Земля	Космическая безопасность

В перспективе целесообразно создание единой системы безопасности, поскольку действия по локализации опасностей носят комплексный характер и включают огромный пласт индивидуальной, общечеловеческой и государственной деятельности людей. Пути и принципы обеспечения безопасности жизнедеятельности многообразны и изменяются от средств индивидуальной защиты личности до общегосударственных законодательных актов. Достижение безопасности человека – 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.

Значение этой системы защиты существенно возрастает, поскольку обеспечение безопасности жизнедеятельности в техносфере одновременно и путь к решению многих проблем защиты природной среды от негативного влияния техносферы, фундамент для решения проблем безопасности на более высоких уровнях: региональном, глобальном.

## Глава 2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

### 2.1. Структура и задачи РСЧС и ГО

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Постановлением Правительства РФ № 261 от 18.04.1992 г. «О создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях» (РСЧС) устанавливалось, что эта система предназначена для предупреждения чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время, а в случаях их возникновения – для ликвидации последствий, обеспечения безопасности населения, защиты окружающей среды и уменьшения ущерба народному хозяйству. Соответственно этому были определены ее главные задачи.

С декабря 1994 г. основополагающим документом, регламентирующим и определяющим общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты граждан, всего земельного, водного и воздушного пространства, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды, является федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Во исполнение его и с учетом предложений МЧС России Правительством РФ принято Постановление № 1113 от 05.11.1995 г. «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

В соответствии с положением об РСЧС, утвержденным указанным Постановлением Правительства РФ, **основными задачами РСЧС являются:**

1. Разработка и реализация правовых и экономических норм, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

2. Осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовых форм, а также подведомственных им объектов производственного и социального назначения в чрезвычайных ситуациях.

3. Обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

4. Сбор и обработка информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обмен информацией.

5. Подготовка населения к действиям при чрезвычайных ситуациях.

6. Прогнозирование и оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций.

7. Создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – резервы финансовых и материальных ресурсов).

8. Осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

9. Ликвидация чрезвычайных ситуаций.

10. Осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций.

11. Реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, в том числе лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации.

12. Международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

**Основная цель создания** Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – объединение усилий всех органов ветвей власти, их сил и средств в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

РСЧС состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет пять уровней: *федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый.*

**Территориальные подсистемы РСЧС** создаются в субъектах РФ для предупреждения и ликвидации ЧС в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий. Задачи, организация, состав сил и средств, порядок функционирования территориальных подсистем РСЧС определяются положениями об этих подсистемах, утвержденными соответствующими органами государственной власти субъектов РФ.

**Функциональные подсистемы РСЧС** создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы по защите населения и территорий от ЧС в сфере их деятельности и порученных им отраслях экономики.

Организация, состав сил и средств, порядок деятельности функциональных подсистем РСЧС определяются положениями о них, утверждаемыми руководителями соответствующих федеральных органов исполнительной власти по согласованию с МЧС. Исключение составляет положение о функциональной подсистеме РСЧС реагирования и ликвидации последствий аварий с ядерным оружием в РФ, которое утверждается Правительством РФ.

Каждый уровень РСЧС имеет: координирующие органы; постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС, – органы управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (ОУ ГОЧС); органы повседневного управления; силы и средства; системы связи, оповещения, информационного обеспечения; резервы финансовых и материальных ресурсов.

### **Координирующие органы РСЧС:**

- на *федеральном уровне* – Межведомственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и ведомственные комиссии по ЧС в федеральных органах исполнительной власти;
- на *региональном*, охватывающем территории нескольких субъектов РФ, – региональные центры по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий МЧС России (РЦ ГОЧС);
- на *территориальном*, охватывающем территорию субъекта РФ, – комиссии по ЧС (КЧС) органов исполнительной власти субъектов РФ;
- на *местном*, охватывающем территорию района, города (района в городе), – комиссии по ЧС органов местного самоуправления;
- на *объектовом*, охватывающем территорию организации или объекта, – объектовые комиссии по ЧС.

Положения о КЧС утверждаются руководителями соответствующих органов исполнительной власти и организаций.

**Постоянно действующие органы управления** по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (ОУ ГОЧС):

- на *федеральном уровне* – МЧС России;
- на *региональном* – региональные центры;
- на *территориальном* – органы управления по делам ГО и ЧС, создаваемые при органах исполнительной власти субъектов РФ;
- на *местном* – органы управления по делам ГО и ЧС, создаваемые при органах местного самоуправления;
- на *объектовом* – отделы (секторы, специально назначенные лица) по делам ГО и ЧС.

### **Органы повседневного управления РСЧС:**

- пункты управления (центры управления в кризисных ситуациях);
- оперативно-дежурные службы ОУ ГОЧС всех уровней;
- дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения федеральных органов исполнительной власти;
- дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения организаций.

Размещаются органы повседневного управления РСЧС в пунктах управления, оснащенных средствами связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации и поддерживаемых в состоянии постоянной готовности к использованию.

**Силы и средства РСЧС. Основу сил и средств РСЧС на всех уровнях составляют:**

- силы и средства федеральных органов исполнительной власти;
- силы и средства федеральных органов исполнительной власти субъектов РФ;
- силы и средства органов местного самоуправления;
- силы и средства организаций.

### **Силы и средства наблюдения и контроля состоят:**

- из служб (учреждений) и организаций федеральных органов исполнительной власти, наблюдающих и контролирующих состояние окружающей природной среды, обстановку на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, а также анализирующих воздействие вредных факторов на здоровье населения;
- формирований Государственного комитета санитарно-эпидемического надзора РФ;
- ветеринарной службы Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ;
- служб (учреждений) наблюдения и лабораторного контроля качества пищевого сырья и продуктов питания Комитета по торговле и Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ;
- геофизической службы РАН, оперативных групп постоянной готовности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства РФ по атомной энергии;
- учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

### **Силы и средства ликвидации чрезвычайных ситуаций состоят:**

- из военизированных и невоенизированных, противопожарных, поисковых, аварийно-спасательных, аварийно-восстановительных, восстановительных и аварийно-технических формирований федеральных органов исполнительной власти;
- формирований и учреждений Всероссийской службы медицины катастроф;
- формирований ветеринарной службы и службы защиты растений Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ;
- военизированных служб по активному воздействию на гидрометеорологические процессы Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- формирований гражданской обороны (ГО) территориального, местного и объектового уровней;
- специально подготовленных сил и средств войск ГО, других войск и воинских формирований, предназначенных для ликвидации ЧС;
- аварийно-технических центров Министерства РФ по атомной энергии;
- служб поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов гражданской авиации Федеральной авиационной службы России;
- восстановительных и пожарных поездов Министерства путей сообщения РФ;
- аварийно-спасательных служб и формирований Федеральной службы морского флота РФ (включая Государственный морской спасательно-координационный центр и спасательно-координационные центры),

Федеральной службы речного флота России, других федеральных органов исполнительной власти.

В состав этих сил входят аварийно-спасательные формирования, укомплектованные с учетом обеспечения работ в автономном режиме в течение не менее трех суток и находящиеся в состоянии постоянной готовности (далее – силы постоянной готовности). Силы и средства органов внутренних дел применяются при ликвидации ЧС в соответствии с задачами, возложенными на них законами и иными нормативными правовыми актами РФ и субъектов РФ.

Решениями руководителей организаций и объектов на базе существующих специализированных организаций, служб и подразделений (строительных, медицинских, химических, ремонтных и др.) могут создаваться нештатные аварийно-спасательные формирования, предназначенные для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при ЧС.

**Системы связи, оповещения и информационного обеспечения.** Управление единой системой осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи, обеспечивающие доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил единой системы и населения.

Информационное обеспечение в единой системе осуществляется с использованием автоматизированной *информационно-управляющей системы*, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации.

Сбор и обмен информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасностью осуществляются федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления и организациями в порядке, установленном Правительством РФ.

**Резервы материальных и финансовых ресурсов.** Для ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются и используются:

- резервный фонд Правительства РФ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий;
- запасы материальных ценностей для обеспечения неотложных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, находящиеся в составе государственного резерва;
- резервы материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти;
- резервы финансовых и материальных ресурсов субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций.



Порядок создания, использования и восполнения резервов финансовых и материальных ресурсов определяется законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов РФ и нормативно-правовыми актами органов местного самоуправления.

Номенклатура и объем резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также контроль за их созданием, хранением, использованием и восполнением устанавливаются создающими их органами.

**Гражданская оборона** – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

**Гражданские организации гражданской обороны** – формирования, создаваемые на базе организаций по территориально-производственному принципу, не входящие в состав Вооруженных Сил Российской Федерации, владеющие специальной техникой и имуществом и подготовленные для защиты населения и организаций от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Подготовка государства к ведению гражданской обороны осуществляется заблаговременно в мирное время с учетом развития вооружения, военной техники и средств защиты населения от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий. Следовательно, выделяют следующие *режимы функционирования ГО*:

- организация и подготовка гражданской обороны;
- ведение гражданской обороны.

Организация, подготовка и ведение гражданской обороны являются одними из важнейших функций государства, составными частями оборонного строительства, обеспечения безопасности государства. Выполнение задач гражданской обороны является обязательной функцией всех органов исполнительной власти и организаций, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также обязанностью каждого гражданина. Организация, подготовка и ведение гражданской обороны осуществляется в соответствии с Федеральным законом «О гражданской обороне», нормативными правовыми актами Российской Федерации в области гражданской обороны, а также директивами первого заместителя начальника гражданской обороны страны – министра по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Гражданская оборона организуется на территории Российской Федерации по **территориально-производственному принципу**.

Ведение гражданской обороны на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях начинается с момента объявления состояния войны, фактического начала военных действий или введения Президентом Российской Федерации военного положения на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях.

Руководство гражданской обороной в Российской Федерации осуществляет Правительство Российской Федерации. Руководство гражданской обороной в федеральных органах исполнительной власти и организациях осуществляют их руководители, являющиеся по должности начальниками гражданской обороны указанных органов и организаций. Руководство гражданской обороной на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований осуществляют соответственно главы органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и руководители органов местного самоуправления, являющиеся по должности начальниками гражданской обороны.

Для выполнения мероприятий по гражданской обороне создаются федеральные, республиканские, краевые, областные, автономной области и автономных округов, районные и городские службы гражданской обороны, а также службы гражданской обороны организаций.

**Силы гражданской обороны** – воинские формирования, специально предназначенные для решения задач в области гражданской обороны, организационно объединенные в Войска гражданской обороны, а также гражданские организации гражданской обороны.

Для решения задач в области гражданской обороны воинские части и подразделения Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований привлекаются в порядке, определенном Президентом Российской Федерации. Аварийно-спасательные службы и аварийно-спасательные формирования привлекаются для решения задач в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации. На вооружении Войск гражданской обороны находятся специальная техника, а также боевое ручное стрелковое и холодное оружие.

**Задачи ГО** можно сформулировать следующим образом:

В режиме – **«Организация и подготовка гражданской обороны»:**

1. Разработка планов гражданской обороны.
2. Обучение населения способам защиты от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.
3. Обучение руководящего состава действиям по организации мероприятий ГО и руководству подчиненными силами и средствами в условиях военного времени.
4. Создание и поддержание в постоянной готовности системы оповещения гражданской обороны об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.
5. Подготовка к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы.
6. Участие в создании и оснащении пунктов управления органов исполнительной власти.
7. Создание в мирное время фонда убежищ для защиты населения, а также накопление средств индивидуальной защиты.
8. Сохранение убежищ и поддержание их в постоянной готовности к использованию по прямому назначению.

9. Подготовка мероприятий по различным видам маскировки.
  10. Создание и подготовка необходимых сил и средств для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.
  11. Разработка и осуществление мер, направленных на повышение устойчивости функционирования в военное время объектов экономики и объектов жизнеобеспечения населения.
  12. Создание необходимых условий для первоочередного обеспечения населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий.
  13. Подготовка системы управления гражданской обороны на военное время.
- В режиме – «**Ведение гражданской обороны**»:
1. Приведение в готовность систем и органов управления гражданской обороны.
  2. Реализация мероприятий гражданской обороны в соответствии с мобилизационными планами.
  3. Организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.
  4. Первоочередное жизнеобеспечение населения, пострадавшего при ведении военных действий.
  5. Обеспечение действий сил гражданской обороны.
  6. Оповещение о нападении и укрытие населения в защитных сооружениях.
  7. Обеспечение населения средствами индивидуальной защиты в соответствии с установленными нормативами.
  8. Массовое обучение всего населения способам защиты от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.
  9. Общая эвакуация (по особому распоряжению) населения в случае применения оружия массового поражения.
  10. Частичная эвакуация населения и персонала предприятий при угрозе их поражения высокоточным оружием или вторичными факторами.
  11. Эвакуация материально-культурных ценностей в безопасные районы и (или) укрытие их в специальных хранилищах.
  12. Проведение комплекса мероприятий по световой и другим видам маскировки территорий и объектов, продолжающих работу в военное время.
  13. Постоянная готовность сил и средств для ликвидации последствий применения средств нападения и оказания помощи пострадавшим.
  14. Ведение постоянного наблюдения и контроля за обстановкой на территории.
  15. Поддержание порядка в районах, пострадавших при ведении военных действий или вследствие этих действий.
  16. Захоронение трупов в сроки, не допускающие возникновения эпидемий.
  17. Первоочередное жизнеобеспечение населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий.
  18. Устойчивое управление мероприятиями гражданской обороны.

## 2.2. Чрезвычайные ситуации природного характера

**Чрезвычайные ситуации природного характера** (стихийные бедствия) – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей. Классификация ЧС природного характера приведена в табл. 2.1.

Статистика людских и материальных потерь от природных стихийных бедствий и опасностей обнаруживает их быстрый рост по всему миру, и особенно во второй половине XX в.

Таблица 2.1.

### Классификация ЧС природного характера (по Ниретину и др., 2007)

Классы ЧС	Типы ЧС	Виды ЧС
<b>1. Литосферные ЧС</b>	Геофизические (эндогенные) ЧС	Землетрясения, извержения вулканов
	Геологические (экзогенные) ЧС	Оползни, просадки пород, лавины, обвалы и осыпи, сели, абразия, эрозия
	Природные пожары	Лесные пожары, торфяные пожары, степные пожары
<b>2. Атмосферные ЧС</b>	Ветровые (метеорологические) ЧС	Бури, смерчи, ураганы
	Аномальные (агрометеорологические) явления	Затяжные ливни, сильная жара, засухи, сильные холода, снегопады и метели
<b>3. Гидросферные ЧС</b>	Морские гидросферные ЧС	Тайфуны, ледовые ЧС на морях, цунами, сильные волнение и колебание уровня моря
	Гидросферные ЧС на суше (гидрологические ЧС)	Наводнения, ветровые нагоны, половодье, межени, заторы и зажоры, аномальные уровни грунтовых вод
<b>4. Биологические ЧС</b>	Массовые заболевания людей	Групповые заболевания, эпидемии, пандемии
	Массовые заболевания животных	Энзоотии, эпизоотии, панзоотии
	Заболевание и поражение вредителями растений	Эпифитотии, панфитотии, массовое распространение вредителей растений

Наибольшее число ЧС природного происхождения обусловлено:

- наводнениями – 34%;
- ураганами, бурями, тайфунами, смерчами – 19%;
- сильными или особо продолжительными дождями – 14%;

- землетрясения – 8%;
- сильными снегопадами и метелями – 8%;
- оползнями и обвалами – 5%.

В связи с этим расширяются исследования проблем управления и уменьшения риска при таких чрезвычайных ситуациях. Возникают вопросы о степени защищенности людей, о стратегии защиты от бедствий в зависимости от восприятия природного риска населением и руководителями структурных звеньев управления различного уровня.

Знание причин возникновения и характера чрезвычайных ситуаций позволяет:

- предотвратить некоторые из них или ослабить силу их разрушительного воздействия;
- заблаговременным принятием соответствующих мер более конкретно и действенно осуществить меры по ликвидации последствий;
- определить правильное, разумное поведение населения.

В борьбе с чрезвычайными ситуациями большое значение имеют предупредительные работы для предотвращения или значительного уменьшения ущерба, а также получение необходимой информации.

Каждое стихийное бедствие имеет свою физическую сущность, свои, только ему присущие причины возникновения, движущие силы, характер и стадии развития, свои особенности воздействия на окружающую среду.

Несмотря на резкие отличия стихийных бедствий друг от друга, им присущи и общие черты – большой пространственный размах, значительное влияние на окружающую среду, нарушение условий жизнедеятельности людей, сильное психологическое воздействие на человека и др.

Стихийные бедствия могут возникнуть как независимо друг от друга, так и во взаимосвязи. Одно из них может повлечь за собой другое. Например, землетрясение может вызывать извержение вулкана, оползни, спад лавин, селевые потоки и прочие.

Стихийные бедствия возникают, как правило, внезапно, в большинстве случаев независимо от воли и действий людей и в юридическом плане рассматривается как *непреодолимая* или *труднопреодолимая сила*. Но иногда причиной возникновения стихийного бедствия является не всегда разумная деятельность человека (например, лесные и торфяные пожары, оползни, снежные лавины, обвалы в горах, вызванные производственными взрывами).

Чрезвычайные ситуации *природного характера* (стихийные бедствия) по происхождению весьма разнообразны, но имеют некоторые общие закономерности.

*Первая закономерность* состоит в том, что они никогда полностью не могут быть ликвидированы. Это связано с тем, что человечество постоянно использует окружающую среду в качестве источника своего существования и развития.

*Вторая закономерность* выявляется при анализе развития географической системы: общее число экстремальных событий, ведущих к возникновению стихийных бедствий, постоянно увеличивается. При этом

растет разрушительная сила и интенсивность большинства стихийных бедствий, а также число жертв, моральный и материальный ущерб.

*Третья закономерность* связана со второй и проявляется во всевозрастающей «общей чувствительности» мирового сообщества к стихийным бедствиям. Рост «чувствительности» подразумевает выделение сообществом все большего числа ресурсов на подготовку и проведение различных организационных и технических мероприятий, а также на изготовление и строительство защитных приспособлений и сооружений.

*Четвертая закономерность* позволяет выявить общие факторы, без которых нельзя точно прогнозировать материальный ущерб и число жертв при любых стихийных бедствиях. К ним относятся: исторические и социальные условия в обществе, сложившиеся к моменту прогноза; уровень экономического развития и географическое положение районов бедствия; определяющие условия землепользования и их перспективы; возможность негативного сочетания с другими природными процессами и т.п.

*Пятая закономерность* заключается в том, что для любых видов стихийных бедствий может быть установлена пространственная приуроченность.

*Шестая закономерность* позволяет связать силу и интенсивность стихийного бедствия с его частотой и повторяемостью: чем больше интенсивность стихийного бедствия, тем реже оно повторяется с той же силой.

Эти закономерности подтверждаются динамикой роста опасных природных явлений за последние пять лет.

### **2.3. Чрезвычайные ситуации техногенного характера**

**ЧС техногенного характера** — это аварии, катастрофы, взрывы и пожары на объектах экономики, приводящие к огромным материальным потерям, нарушениям условий жизнедеятельности людей, к возможным человеческим жертвам, а также к экологическим катастрофам.

*Основными причинами* возникновения техногенных ЧС могут стать:

- износ технологического оборудования, транспортных средств и основных производственных фондов, достигающих в некоторых отраслях 90% и более;
- недостаточный выпуск и низкий уровень качества приборов обнаружения и контроля опасных и вредных факторов, а также средств коллективной и индивидуальной защиты от этих факторов;
- недостаточная надежность обеспечения безопасности в промышленности, на транспорте, энергетике, сельском хозяйстве, а также систем управления;
- недостаточная культура производства, снижение уровня компетенции и ответственности специалистов вредных и потенциально опасных предприятий;

- увеличение масштабов использования взрыво-, пожаро-, химически-, радиационно- и биологически опасных веществ и технологий;
- недостаточный контроль за состоянием потенциально опасных производств и объектов;
- резкое уменьшение объемов строительства и производства коллективных и индивидуальных средств защиты для персонала объектов экономики и населения;
- отсутствие необходимого количества локальных систем оповещения об авариях на потенциально опасных объектах.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера, независимо от выше перечисленных причин их возникновения, можно подразделить на основные группы:

- 1) аварии на радиационноопасных объектах;
- 2) аварии на химическиопасных объектах;
- 3) аварии на взрыво- и пожароопасных объектах;
- 5) аварии на транспорте;
- 6) аварии на коммунально-энергетических сетях.

### **2.3.1. Аварии на транспорте**

#### **Зоны повышенной опасности на городском транспорте, правила безопасного поведения**

Городской транспорт включает в себя автотранспорт различного назначения, троллейбусы и трамваи, метрополитен. Все люди, независимо от возраста и положения, пользуются различными видами транспортных средств. Но далеко не все задумываются о том, что *современный транспорт – зона повышенной опасности*. Особенностью современного транспорта является его большая насыщенность энергией. Наиболее энергоемкими видами транспортных средств являются трамваи, троллейбусы, метрополитен и железнодорожный транспорт.

**Дорожно-транспортное происшествие (ДТП)** – происшествие, возникшее в процессе движения механических транспортных средств и повлекшее за собой гибель или телесные повреждения людей, повреждение транспортных средств, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Различают следующие *виды дорожно-транспортных происшествий*:

- наезды на людей и др. подвижные объекты, находившиеся в полосе движения автомобиля;
- наезды на неподвижные объекты (в т.ч. и на стоящие на дороге транспортные средства);
- столкновения автомобилей друг с другом и другими средствами — встречные, боковые при попутном движении и перекрестные, происходящие под различными углами;

- опрокидывание транспортных средств в результате заноса, потери управления, неблагоприятных дорожных условий, применения водителем резких или неправильных приемов управления.

Значительное количество ДТП происходит по вине пешеходов. Пешеход является активным и самым незащищенным участником дорожного движения. Анализ несчастных случаев на дорогах мира показал, что каждый третий погибший в результате ДТП – пешеход.

Поведение пешехода определяется в первую очередь стоящей перед ним степенью ответственности и дефицитом времени для достижения поставленной цели. Установлена прямая зависимость между различными состояниями пешеходов (спешка на работу и с работы, общее утомление после рабочей смены, «накопление» утомления за рабочую неделю) и количеством аварийных ситуаций, возникших по их вине. Довольно большое количество ДТП с участием пешеходов приходится на необустроенные места пересечения транспортных путей. Большинство ДТП (42%), в которых признаны виновными пешеходы, происходит при неправильной оценке ими складывающейся дорожно-транспортной ситуации при переходе через проезжую часть вне установленных мест и опасное поведение перед транспортом.

#### **Аварии на метрополитене и их причины**

Метрополитен – сложная производственная система, включающая в себя элементы автоматики, телемеханики, вентиляции, водоснабжения и электроснабжения. Электрооборудование усиливает опасность возникновения экстремальных ситуаций, связанных с токопоражением людей и пожарами. Наиболее опасны в этом отношении рельсовые пути и туннели.

Зоной повышенной опасности метрополитена, где наиболее вероятны аварийные ситуации, могут быть эскалатор, электрооборудование, платформа, вагоны с автоматическими дверями.

#### ***На территории метрополитена запрещается:***

- провозить громоздкий багаж, колющие и легкобьющиеся предметы без чехлов и надлежащей упаковки;
- провозить огнестрельное оружие, а также легковоспламеняющиеся, взрывчатые, отравляющие, ядовитые и зловонные вещества и предметы, в т. ч. бытовые газовые баллоны;
- распивать спиртные напитки и находиться в нетрезвом состоянии, курить;
- сидеть, ставить вещи на ступени и поручни эскалаторов, облокачиваться на поручни;
- передвигаться по территории станций и подуличных переходов на мотоциклах, велосипедах, самокатах, роликовых коньках и иных подобных транспортных и спортивных средствах;
- спускаться на путь, подкладывать на пути метрополитена посторонние предметы;
- открывать двери вагонов во время движения и остановок, а также препятствовать их открытию и закрытию на остановках;



- самовольно проникать в производственные помещения и на огражденную территорию.

### **Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте**

*Железнодорожная авария* – опасное происшествие на железной дороге, приведшее к повреждению одной или нескольких единиц подвижного состава до степени капитального ремонта и (или) гибели одного или нескольких человек, причинению пострадавшим телесных повреждений разной тяжести либо к полному перерыву движения на аварийном участке, превышающему нормативное время. Во избежание пагубных воздействий природной стихии на железнодорожные объекты предусматриваются и возводятся соответствующие инженерные сооружения. Так для защиты от каменных и снежных обвалов строят специальные галереи и подпорные стенки, от размыва земляного полотна – водоотводные и берегоукрепительные сооружения в виде канав, дамб, траверсов.

Чаще всего на железных дорогах происходят пожары, аварии электроснабжения и крушения поездов.

#### ***Основными их причинами являются:***

- неисправности пути;
- поломки подвижного состава;
- выход из строя средств сигнализации и блокировки;
- ошибки диспетчеров;
- невнимательность и халатность машинистов;
- столкновения, наезды на препятствия на переездах;
- пожары и взрывы непосредственно в вагонах;
- повреждение железнодорожных путей в результате размывов, обвалов и пр.;
- изношенность технических средств.

*Зонами технологической опасности на железной дороге* являются перегоны, зоны невидимости, железнодорожные пути и переезды, вокзалы, посадочные платформы и собственно вагон, в котором пассажир совершает поездку. Кроме того, следует иметь в виду, что по железной дороге перевозят опасные грузы – от топлива и нефтепродуктов до радиоактивных отходов. В связи с этим опасность может возникнуть не только от непосредственной аварии, но и от попадания в опасную зону, образовавшуюся вследствие аварии на других объектах.

### **Зоны повышенной опасности на авиационном транспорте, правила безопасного поведения**

В гражданской авиации случаи полного или частичного разрушения воздушного судна, имеющего на борту пассажиров, принято называть авиационными происшествиями. Авиaproисшествия подразделяются на катастрофы, аварии и поломки.

Под *авиационной катастрофой* понимается авиaproисшествие, повлекшее за собой гибель хотя бы одного члена экипажа или пассажира, полное или частичное разрушение воздушного судна или его бесследное исчезновение.

**Авиационная авария** – происшествие, не приведшее к человеческим жертвам, но вызвавшее столь значительное разрушение самолета, что восстановительные работы невозможны или нецелесообразны.

Анализ авиакатастроф и аварий последних лет показывает, что причины, приводящие к авиапроисшествиям, можно объединить в следующие группы:

- ошибки человека – 30-60%;
- отказ техники – 15-30%;
- воздействие внешней среды – 10-20%;
- прочие (невыясненные) – 5-10%.

Более половины авиапроисшествий происходит на аэродромах и прилегающей территории. По элементам полета они распределяются следующим образом:

- посадка – 36%;
- взлет – 30%;
- крейсерский полет – 18%;
- заход на посадку – 16%.

Как видно из приведенных данных, не менее половины авиапроисшествий случается из-за ошибок человека, в подавляющем большинстве случаев – членов экипажа.

Обеспечение безопасности при полетах самолета – одна из важнейших задач всех специалистов авиационно-транспортного производства. Безопасность полетов зависит от многих составляющих, но прежде всего – от экипажа лайнера и специалистов, обеспечивающих полет. Однако и пассажир должен придерживаться определенных правил поведения.

### **Зоны повышенной опасности на водном транспорте**

*Авария на морских (речных) судах* – опасное происшествие на судах, приведшее к гибели людей, причинению вреда здоровью, уничтожению и повреждению транспортных средств или ущерб окружающей природной среде.

Основными причинами аварийности на водном транспорте являются: техническая непригодность судов к эксплуатации на море или возникающие в них механические поломки; нарушение правил технической эксплуатации судов и оборудования; судоводительские ошибки; нарушения правил пожарной безопасности и требований нормативных документов по безопасности перевозок грузов.

Охрана жизни и спасение людей на море выходят за национальные рамки и являются международной проблемой. Об этом свидетельствует принятая в 1974 г. и ратифицированная СССР очередная Международная конвенция по охране человеческой жизни на море. Однако число кораблекрушений все еще велико. Поэтому периодически раздается принятый Международной конвенцией в Берлине 3 ноября 1906 г. сигнал бедствия SOS (... - - - ...), для беспрепятственного приема которого каждый час в течение 6 минут (с 15-й по 18-ю и с 45-й по 48-ю) на «частотах бедствия» – 500 и 2182 кГц – замолкают все радиостанции мира и в эфире наступает тишина.

## 2.3.2. Пожары и взрывы

### Основные понятия пожарной безопасности

*Горение* – сложный химико-физический процесс превращения горючих веществ и материалов в продукты сгорания, сопровождаемый интенсивным выделением тепла, дыма и световым излучением, в основе которого лежат быстroteкущие химические реакции окисления (в атмосфере кислорода воздуха). Окислителями помимо кислорода являются также хлор, фтор, оксид азота и др. вещества.

Для возникновения горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Кроме того, необходимо, чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел бы определенную энергию.

*Пожар* – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства (Федеральный закон Российской Федерации “О пожарной безопасности” от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ).

Особенности горения на пожаре от других видов горения является: склонность к самопроизвольному распространению огня, сравнительно невысокая степень полноты сгорания, интенсивное выделение дыма, содержащего продукты полного и неполного окисления (см. ниже).

Большинство пожаров связано с горением твердых материалов, хотя начальная стадия пожара может быть связана с горением жидких и газообразных горючих веществ в большом количестве используемых в современном промышленном производстве. Образование пламени (видимой зоны горения) связано с газообразным состоянием вещества, поэтому горение жидких и твердых веществ, сопровождающееся возникновением пламени, предполагает переход в газообразную фазу. В случае горения жидкостей этот процесс обычно заключается в простом кипении с испарением у поверхности, в то время как при горении почти всех твердых веществ происходит разложение (пиролиз) материала с образованием продуктов с достаточно низкой относительной молекулярной массой, которые улетучиваются с поверхности материала и попадают в область пламени.

Горение при достаточном и избыточном содержании кислорода называется полным. Продуктами полного горения являются диоксид углерода, вода, азот, сернистый ангидрид и др. При неполном горении образуются ядовитые горючие и взрывоопасные продукты (оксид углерода, альдегиды, кетоны, спирты и др.). Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая – при объемном содержании кислорода в воздухе – 14 %. При дальнейшем уменьшении содержания кислорода горение большинства веществ невозможно. Пожаровзрывоопасность веществ характеризуется многими параметрами: температурами воспламенения, вспышки, самовозгорания; нижним (НКПВ) и верхним (ВКПВ) концентрационными пределами воспламенения (распространения) пламени;

линейной (см/с) и массовой (г/с) скоростями горения и выгорания веществ.

*Температура вспышки* – минимальная температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются газы и пары, способные вспыхивать, давать вспышку (вспышка – быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов) в воздухе от источника зажигания (любого нагретого тела).

Под *воспламенением* понимается возгорание (возникновение горения под воздействием источника зажигания), сопровождающееся появлением пламени.

*Температура воспламенения* – минимальная температура вещества, при которой происходит загорание (неконтролируемое горение вне специального очага, не причинившее натурального ущерба) вещества от источника воспламенения.

Воспламенение возможно только при определенных соотношениях горючего вещества и окислителя. Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называются *нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ)*. Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется *верхним концентрационным пределом воспламенения (ВКПВ)*. Интервал между нижним и верхним пределами воспламенения называется диапазоном или областью воспламенения.

Важное значение для профилактики пожаров имеет *самовозгорание* – горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания. Температура самовозгорания – самая низкая температура, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермической реакции (при отсутствии источника зажигания), заканчивающееся пламенным горением.

В зависимости от внутреннего импульса процессы самовозгорания делятся на химические, микробиологические и тепловые. Химическое самовозгорание происходит от воздействия на вещество кислорода воздуха, воды или от взаимодействия веществ. Микробиологическое самовозгорание происходит при соответствующей влажности и температуре в растительных продуктах. Когда интенсифицируется жизнедеятельность микроорганизмов, образуется паутиный глет (грибок), температура повышается и происходит воспламенение. Для предотвращения самовозгорания этого вида осуществляют регулярный контроль температуры, ограничивают влажность и размеры штабелей.

Тепловое самовозгорание происходит в результате продолжительного действия незначительного источника тепла. При этом вещества разлагаются, адсорбируются и в результате действия окислительных процессов самонагреваются. При температуре 100°C древесные опилки, ДВП, паркет и некоторые другие материалы склонны к самовозгоранию.

Помимо перечисленных параметров иногда учитывается минимальное содержание кислорода в воздухе, при котором еще возможно горение. Для обычных горючих веществ это содержание составляет 12-14%. Для веществ с высоким значением верхнего предела воспламенения (водорода,

сероуглерода, окиси этилена и др.) оно составляет 5% и ниже.

### **Поражающие факторы и последствия пожара**

Принято различать два понятия, связанные с процессом горения: пожар и загорание. Горение, не причинившее материального ущерба, называют загоранием. Под пожаром понимается неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- 2) пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары газов (С);
- 4) пожары металлов (D);
- 5) пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);
- 6) пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F).

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- тепловой поток;
- снижение видимости в дыму;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения, дым, продукты термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- взрывы;
- повреждение зданий и сооружений.

Основными поражающими факторами пожара являются непосредственное действие огня на горящий предмет (горение) и дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет излучения. Температура газов в зоне горения, называемая температурой пожара, может достигать 1300° С.

В результате происходит сгорание предметов и объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя. Уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненные из сгораемых материалов; действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и др. конструктивных деталей сооружений. Кирпичные стены и столбы деформируются, т. к. в кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500-600° С наблюдается расслоение кирпича трещинами и разрушение материала.

При пожарах полностью или частично уничтожаются или выходят из строя технологическое оборудование и транспортные средства. Гибнут домашние и с/х животные. Гибнут или получают ожоги различных степеней люди. Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка

ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям может нанести вода, примененная для тушения пожара. Тяжелыми социальными и экономическими последствиями пожара являются прекращение выполнения объектом, разрушенным пожаром, своих хозяйственных или иных функций.

Размер ущерба, вызванного огнем, во многом зависит от огнестойкости объектов и их составных частей.

### **Масштаб и интенсивность пожаров**

По масштабам и интенсивности пожары можно подразделить на:

- отдельный пожар, возникающий в отдельном здании (сооружении) или в небольшой изолированной группе зданий;
- сплошной пожар, характеризующийся одновременным интенсивным горением преобладающего числа зданий и сооружений на определённом участке застройки (более 50%);
- огневой шторм, особая форма распространяющегося сплошного пожара, образующаяся в условиях восходящего потока нагретых продуктов сгорания и быстрого поступления в сторону центра огневого шторма значительного количества свежего воздуха (ветер со скоростью 50 км/ч);
- массовый пожар, образующийся при наличии в местности совокупности отдельных и сплошных пожаров.

Быстрое распространение пожара возможно при следующих сочетаниях степени огнестойкости зданий и сооружений с плотностью застройки: для зданий I и II степени огнестойкости плотность застройки должна быть не более 30%; для зданий III степени – 20%; для зданий IV степени – не более 10%.

Влияние трёх факторов (плотности застройки, степени огнестойкости здания и скорости ветра) на скорость распространения огня можно проследить на следующих цифрах:

1) при скорости ветра до 5 км/ч в зданиях I и II степени огнестойкости скорость распространения пожара составляет примерно 120 м/ч; в зданиях IV степени огнестойкости – примерно 300 м/ч, а в случае сгораемой кровли до 900 м/ч;

2) при скорости ветра до 15 м/с в зданиях I и II степени огнестойкости скорость распространения пожара достигает 360 м/ч.

### **Основные понятия взрывобезопасности**

Взрывы представляют особую опасность с точки зрения возможных потерь и ущерба.

*Взрыв* – это освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Он приводит к образованию сильно нагретого газа (плазмы) с очень высоким давлением, который при моментальном расширении оказывает механическое воздействие (давление, разрушение) на окружающие тела. Кроме того, высвободившаяся энергия проявляется в виде тепла, света, звука, хотя в ряде случаев могут наблюдаться не все указанные формы.

Взрыв в твердой среде сопровождается ее разрушением и дроблением, в

воздушной или водной – вызывает образования воздушной или гидравлической ударных волн, которые и оказывают разрушающее воздействие на помещенные в них объекты.

Взрывы происходят за счет освобождения химической энергии, внутриядерной энергии (ядерный взрыв), электромагнитной энергии (искровой разряд, лазерная искра), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли и др.), энергии сжатых газов (при превышении давлением предела прочности сосуда – баллона, трубопровода и т.п.).

Говоря о высвобождении химической энергии взрыв следует рассматривать как чрезвычайно быстрое горение с образованием сжатых газов, способных производить механические разрушения.

Любая горючая пыль, а также газ или пар в смеси с воздухом или другим веществом, поддерживающим горение, в соответствующих условиях способны взорваться при зажигании. К взрывоопасным горючим веществам относятся:

- мелко раздробленные горючие твердые тела, включая некоторые металлы, в виде порошка или пыли;
- пары горючих жидкостей;
- горючие газы.

Для возникновения взрыва подобного рода необходимы:

- горючий материал (см. все вышеперечисленное);
- воздух или какое-либо другое вещество, поддерживающее горение;
- источник зажигания или температура, превышающая температуру самовоспламенения.

Зачастую происходит образование облаков топливно-воздушных смесей (ТВС) или облаков других газообразных, пылеобразных веществ, их быстрые взрывные превращения – объемный взрыв.

Некоторые вещества по своему химическому составу отличаются неустойчивостью и способны взрываться при ударе, трении или нагревании.

Для определения относительной взрывоопасности различных материалов важно знать верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения конкретного вещества. Это позволяет в определенных обстоятельствах заменить растворитель, выделяющий взрывоопасные пары, веществом менее взрывоопасным.

### **Сосуды, работающие под давлением**

Взрывоопасны все сосуды, работающие под давлением. К сосудам, работающим под давлением, относятся герметически закрытые емкости, предназначенные либо для хранения и транспортировки веществ, либо для наполнения их веществами, использование которых возможно лишь при выпуске через калиброванные отверстия. К этого же рода емкостям следует относить и энергопроизводящие установки, от которых можно получить рабочее тело в виде пара или воздуха под высоким давлением. Таковыми являются:

1. Баллоны, наполненные сжиженными газами. Баллоны могут

взрываться от ударов, падения, перегрева, повышающегося внутреннего давления, нарушения работы вентиля, наполнения другим газом. При совместном хранении сосудов, наполненных разными газами, в помещении может образоваться взрывоопасная среда от смеси газов, незначительно просачивающихся через вентили. Чтобы не допустить совместного хранения баллонов, наполненных разными газами, применяются опознавательные надписи и наружная отличительная окраска. Существуют правила перевозки, хранения, установки в рабочее состояние и т.п.

2. Цистерны и бочки, наполненные сжиженными газами. Цистерна – сосуд, постоянно установленный на раме ж/д вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или других средств передвижения. Бочка – сосуд цилиндрической формы, который можно перекачивать с места на место и ставить на торцы без дополнительных опор.

Цистерны и бочки представляют большую опасность при взрыве, чем баллоны, вследствие больших размеров и значительного количества хранящихся и перевозимых в них сжиженных газов. Цистерны имеют в верхней части смотровой люк или лаз. Для предупреждения нагревания содержимого цистерны выше допустимой температуры устанавливаются или терморегуляционный кожух с предохранительной разрывной мембраной или над верхней частью цистерны – теневой козырек для защиты от попадания прямых солнечных лучей. На цистернах есть вентили для налива и слива сжиженного газа и для выпуска паров из верхней части цистерны. Существует опознавательная окраска цистерн, бочек и вентиля.

3. Компрессоры и воздухоборники при них. *Компрессор* – двигатель внутреннего сгорания, посылающий сжатый воздух толчками в емкость, именуемую воздухозаборником. *Воздухозаборник* – емкость, принимающая сжатый воздух от компрессора и удерживающая в себе заданное давление воздуха для отбора его инструментом, работающего от сжатого воздуха.

Для этих устройств основными причинами взрыва являются:

- превышение давления в воздухозаборнике в случае неисправности предохранителя;
- перегрев поршневой группы, что вызывает активное разложение масла с выделением паров углеводородов, смесь которых с воздухом взрывоопасна;
- применение легкоплавких масел, способных разлагаться при невысоких температурах;
- накопление статического электричества от корпуса компрессора или воздухозаборника, что может привести к искрению от пылинок в засасываемом воздухе.

4. Паровые и водогрейные котлы – теплотехнические установки, производящие пар с повышенным давлением, который используется как для отопления, так и в качестве рабочего тела в паросиловых двигательных установках, турбоагрегатах электростанций и передвижных теплосиловых комплексах.

Причинами взрыва котлов являются либо перегрев стенок котла



(вследствие упуска воды), либо недостаточное охлаждение внутренних стенок из-за накопления накипи, а также внезапное разрушение стенок котла от проступивших на них трещин или усталостных образований; превышение давления против расчетного в случае неисправности предохранительных устройств.

### **Поражающие факторы взрыва**

Основным поражающим фактором взрыва является *ударная волна*, возникающая при ядерных взрывах, взрывах инициирующих и детонирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывах резервуаров под давлением.

Воздействие ударной волны на людей и животных может быть прямым и косвенным.

*Прямое* воздействие ударной волны возникает в результате избыточного давления и скоростного напора воздуха. Ввиду небольших размеров тела человека ударная волна почти мгновенно охватывает человека и подвергает его сильному сжатию в течение нескольких секунд. Мгновенное повышение давления воспринимается живым организмом как резкий удар. Скоростной напор при этом создает значительное лобовое давление, которое может привести к перемещению тела в пространстве.

*Косвенные* поражения людей и животных могут произойти в результате ударов обломками разрушенных зданий и сооружений или в результате ударов летящих с большой скоростью осколков стекла, шлака, камней, дерева и других предметов. Т.е. возникают осколочные поля, характеризующиеся числом осколков, их кинетической энергией и радиусом разлета.

Характер и степень воздействия ударной волны зависит, главным образом, от избыточного давления в ее фронте; от расстояния, метеоусловий, местонахождения (в здании, на открытой местности) и положения тела человека (лежа, сидя, стоя) и характеризуется легкими, средними, тяжелыми и крайне тяжелыми травмами.

Избыточное давление во фронте ударной волны 10 кПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>) и менее для людей и животных, расположенных вне укрытий, считается безопасным.

Легкие поражения наступают при избыточном давлении 20-40 кПа (0,2-0,4 кгс/см<sup>2</sup>). Они выражаются в скоропроходящих нарушениях функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль). Возможны вывихи, ушибы.

Поражения средней тяжести возникают при избыточном давлении от 40-60 кПа (0,4-0,6 кгс/см<sup>2</sup>). При этом могут быть вывихи конечностей, контузии головного мозга, повреждение органов слуха, кровотечение из носа и ушей.

Тяжелые контузии и травмы возможны при избыточном давлении ударной волны от 60-100 кПа (0,6-1 кгс/см<sup>2</sup>). Они характеризуются сильной контузией всего организма, потерей сознания, переломами костей, кровотечением из носа и ушей. Возможно повреждение внутренних органов и внутреннее кровотечение.

Крайне тяжелые контузии и травмы у людей возникают при избыточном

давлении свыше 100 кПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). Отмечаются разрывы внутренних органов, переломы костей, внутренние кровотечения, сотрясения мозга, длительная потеря сознания. Разрывы наблюдаются в органах, содержащие большое количество крови (печень, селезенка, почки), наполненных газом (легкие, кишечник) или имеющие полости, наполненные жидкостью (головной мозг, мочевой и желчный пузырь). Эти травмы могут привести к смертельному исходу.

Радиус поражения обломками зданий, особенно осколками стекол, разрушающихся при избыточном давлении 2-7 кПа (0,02-0,07 кгс/см<sup>2</sup>) может превысить радиус непосредственного поражения ударной волной.

Воздушная ударная волна действует также на растения. Полное повреждение лесного массива наблюдается при избыточном давлении превышающем 50 кПа. Деревья при этом вырываются с корнем, ломаются и отбрасываются, образуя сплошные завалы. При избыточном давлении от 30 до 50 кПа повреждается около 50% деревьев, завалы также сплошные, а при избыточном давлении от 10 до 30 кПа – до 30% деревьев.

Помимо воздушной ударной волны и осколочных полей могут присутствовать следующие поражающие факторы взрыва:

- изменение физического состояния окружающей среды (последствия – термические ожоги, потеря прочности конструкционных материалов и т.д.);
- изменение химического состава атмосферы (последствия – удушье, отравление, химические ожоги, нарушение технологического процесса и т.д.);
- загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами (например, использование в установках в качестве теплоносителя жидких радиоактивных металлов).

Вторичными последствиями взрывов являются поражение находящихся внутри объектов людей обломками обрушенных конструкций зданий и сооружений, их погребение под обломками. В результате взрывов могут возникнуть пожары, утечка опасных веществ из поврежденного оборудования.

### **Порядок действий при пожаре**

Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Собственники имущества; лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители и должностные лица предприятий; лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара обязаны:

- продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство, диспетчера, ответственного дежурного по объекту;
- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства;
- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);
- при необходимости, отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежном с ним помещениях, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;
- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделения пожарной охраны;
- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара;
- сообщать подразделениям пожарной охраны, привлекаемым для тушения пожаров и проведения, связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, сведения о перерабатываемых или хранящихся на объекте опасных (взрывоопасных), взрывчатых, аварийно химически опасных веществах, необходимые для обеспечения безопасности личного состава.

По прибытии пожарного подразделения руководитель предприятия (или лицо, его замещающее) обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовывать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждением его развития.

Изменения и дополнения в Правила пожарной безопасности ППБ-01-03, предусматривают, что в квартирах жилых домов, жилых комнатах общежитий, номерах гостиниц запрещается устраивать различного рода производственные и складские помещения, в которых применяются и хранятся взрывоопасные, взрывопожароопасные и пожароопасные вещества и материалы, а также изменять функциональное назначение указанных квартир, комнат и номеров, в том числе при сдаче их в аренду, за исключением случаев, предусмотренных нормами проектирования.

Обслуживающий персонал зданий для проживания людей (гостиниц, кемпингов, мотелей, общежитий, школ-интернатов, домов для престарелых и инвалидов, детских домов и других зданий, за исключением жилых домов) должен быть обеспечен индивидуальными спасательными устройствами и индивидуальными средствами изолирующего действия для защиты органов дыхания, которые должны храниться непосредственно на рабочем месте обслуживающего персонала.

В учреждениях социального обеспечения (в том числе школы-интернаты, дома для престарелых и инвалидов, детские дома) должно быть организовано круглосуточное дежурство обслуживающего персонала. Дежурный обязан постоянно иметь при себе комплект ключей от всех замков на дверях эвакуационных выходов. Другой комплект ключей должен храниться в помещении дежурного. Каждый ключ на обоих комплектах должен иметь надпись о его принадлежности соответствующему замку.

В других главах ППБ-01-03 содержатся специальные требования пожарной безопасности к объектам и работам.

### **Локализация и тушение пожара, меры безопасности**

Пожар – неконтролируемое горение, приводящее к ущербу и возможным человеческим жертвам. Опасными факторами пожара (см. выше), воздействующими на людей, являются: открытый огонь и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушение конструкций зданий, взрывы технологического оборудования, падение подгоревших деревьев, провалы прогоревшего грунта.

Наибольшую опасность для человека представляет вдыхание нагретого воздуха, приводящее к поражению верхних дыхательных путей, удушью и смерти. Так, воздействие температуры свыше 100° С приводит человека к потере сознания и гибели через несколько минут. Опасны также ожоги кожи. У человека, получившего ожог второй степени (30% поверхности тела), мало шансов выжить.

При пожаре в современных зданиях с применением полимерных и синтетических материалов на человека могут воздействовать токсичные продукты горения. Однако в 50-80% случаев гибель людей на пожарах вызывается отравлением оксидом углерода и недостатком кислорода.

Тушение пожаров осуществляется в основном противопожарными профессиональными подразделениями. Однако каждый гражданин должен

уметь ликвидировать загорания и при необходимости участвовать в борьбе с пожаром.

Существует три основных способа гашения огня: охлаждение горящего вещества, например водой; изоляция его от доступа воздуха (землей, песком, покрывалом) и, наконец, удаление горючего вещества из зоны горения (перекачка горючей жидкости, разборка сгораемых конструкций).

Начинать борьбу с пожаром нужно с того участка, где огонь может создать угрозу жизни людей, нанести наибольший ущерб, вызвать взрыв или обрушение конструкций.

Основной способ тушения горящих зданий – это подача огнегасящих веществ (воды, песка, пены) на горящие поверхности.

При тушении пожара следует прежде всего остановить распространение огня, а затем гасить в местах наиболее интенсивного горения, подавая струю не на пламя, а на горящую поверхность. При тушении вертикальной поверхности струю нужно направлять сначала на ее верхнюю часть, постепенно опускаясь. Небольшой очаг огня в доме следует залить водой или накрыть плотной мокрой тканью.

В условиях развивающихся пожаров необходимо принимать меры, чтобы огонь не распространился на смежную часть здания или на соседние строения. Для этого разбирают обломки горящих конструкций, убирают их из зоны горения. Убирают горючие материалы с путей распространения огня. Поверхности соседних зданий поливают водой, на крышах ставят наблюдателей для тушения разлетающихся искр и головешек. Горящие внешние поверхности гасят водой. Оконные переплеты тушат как снаружи, так и изнутри здания. В первую очередь нужно тушить гардины, занавески, шторы, чтобы предотвратить распространение огня внутри помещения.

Загорание на чердаке может быстро принять большие размеры, поэтому гасить огонь там надо в первую очередь.

Если загорелась мебель, воду следует распределять по возможно большей поверхности, охваченной огнем. Воспламенившиеся постельные принадлежности надо, не снимая с кровати, обильно поливать водой, а затем вынести наружу и уже там заканчивать тушение.

При спасении людей во время пожара используют основные и запасные входы и выходы, стационарные и переносные лестницы. Люди, застигнутые пожаром в здании, стремятся найти спасение на верхних этажах или пытаются выпрыгнуть из окон и с балконов. В условиях пожара многие из них неправильно оценивают обстановку, допускают нецелесообразные действия. При выходе из задымленного помещения необходимо накинуть на лицо полотенце или платок, смоченные водой.

Меры безопасности при тушении пожаров чрезвычайно важны. Соблюдать их должен каждый, кто ведет борьбу с огнем. Например, в задымленном и горящем помещении не следует передвигаться по одному. Дверь в задымленное помещение нужно открывать осторожно, чтобы

быстрый приток воздуха не вызвал вспышки пламени. Чтобы пройти через горящие комнаты, необходимо накрыться с головой мокрым одеялом, плотной тканью или верхней одеждой. В сильно задымленном пространстве лучше двигаться ползком или согнувшись с надетой на нос и рот повязкой, смоченной водой. Нельзя тушить водой воспламенившийся газ, горючие жидкости и электрические провода.

### **Правила поведения при пожарах (угрозах пожаров и взрывов) в быту**

Пожар – это всегда беда. Однако не все знают элементарные правила поведения в случае пожара. И даже знакомое с детства: «звоните 01» – в панике забывается. Вот несколько самых простых советов, которые помогут вам в сложной ситуации. Главное правило – никогда не паниковать!

#### ***Пожар в квартире***

Большинство пожаров происходит в жилых домах. Причины их практически всегда одинаковы – обветшавшие коммуникации, неисправная электропроводка, курение в неположенных местах и оставленные без присмотра электроприборы.

Если у вас или у ваших соседей случился пожар, главное – сразу же вызвать пожарную охрану. Если загорелся бытовой электроприбор, постарайтесь его обесточить, если телевизор – прежде всего, выдерните вилку из розетки или обесточьте квартиру через электросчетчик. Помните! Горящий телевизор выделяет множество токсических веществ, поэтому постарайтесь сразу же вывести из помещения людей. Накройте телевизор любой плотной тканью, чтобы прекратить доступ воздуха. Если это не поможет, через отверстие в задней стенке залейте телевизор водой, используйте огнетушитель. Если горят другие электрические приборы или проводка, то надо выключить рубильник, выключатель или электрические пробки, и после этого вызвать пожарных.

Если пожар возник и распространился в одной из комнат, не забудьте плотно закрыть двери горящей комнаты – это помешает огню распространиться по всей квартире и лестничной площадке. Уплотните дверь мокрыми тряпками, чтобы в остальные помещения дым не проникал. В сильно задымленном пространстве нужно двигаться ползком или пригнувшись.

Вопреки распространенному мнению, тушить огонь простой водой – неэффективно. Лучше всего пользоваться огнетушителем, а при его отсутствии – мокрой тканью, песком или даже землей из цветочного горшка.

Если вы видите, что ликвидировать возгорание своими силами не удастся, немедленно уходите. Возьмите документы, деньги и покиньте квартиру через входную дверь. Если путь к входной двери отрезан огнем и дымом – спасайтесь через балкон. Кстати, самые безопасные места в горящей квартире – на балконе или возле окна. Здесь пожарные найдут вас быстрее! Только оденьтесь потеплее, если на улице холодно. Открывайте дверь на балкон осторожно, поскольку пламя от большого притока свежего

воздуха может усилиться. Не забудьте плотно закрыть дверь балкона за собой.

Постарайтесь перейти на нижний этаж (с помощью балконного люка) или по смежному балкону к соседям. Но помните: крайне опасно спускаться по веревкам, простыням и водосточным трубам. Тем более не следует прыгать вниз!

Еще один путь спасения – через окно. Уплотните дверь в комнату тряпками. Как только убедитесь, что ваш призыв о помощи услышали, ложитесь на пол, где меньше дыма. Таким образом можно продержаться около получаса. Поскольку огонь и дым распространяются снизу вверх, особенно осторожными должны быть жители верхних этажей.

Если вы случайно оказались в задымленном подъезде, двигайтесь к выходу, держась за стены (перила нередко ведут в тупик). Находясь в высотном доме, не бегите вниз сквозь пламя, а используйте возможность спастись на крыше здания, не забывая использовать пожарную лестницу. Во время пожара запрещено пользоваться лифтом – его в любое время могут отключить. Кроме того, вы сами загоните себя в ловушку, так как можете «зависнуть» в лифте между горящими этажами и получить отравление угарным газом. Выбираясь из подъезда на улицу, как можно дольше задержите дыхание, а еще лучше – защитите нос и рот мокрым шарфом или платком.

### ***Пожар на кухне или балконе***

На кухне и балконе чаще всего происходят масштабные возгорания. Как от этого уберечься?

Помните, что опасно хранить на кухне и на балконе легковоспламеняющиеся вещества, различные тряпки. Ведь даже случайно залетевший на балкон окурок может стать причиной сильного пожара! Точно также и на кухне – развевающиеся от ветерка занавески могут вспыхнуть, если они висят в непосредственной близости от плиты. Поэтому не следует загромождать кухню и балкон ненужными вещами, старой мебелью, макулатурой и другими предметами, которые могут послужить «пищей» огню. Что делать если произошло возгорание?

Если загорелось масло (в кастрюле или на сковороде), то перекройте подачу газа и электроэнергии. Накройте сковороду или кастрюлю крышкой, мокрой тряпкой, чтобы затушить пламя, и пусть они так стоят до охлаждения масла – иначе огонь вспыхнет вновь. Тряпку из грубой ткани (такая всегда должна быть на кухне) накиньте на руки, предохраняя их от огня. После этого, чтобы перекрыть доступ воздуха к огню, осторожно накиньте ее на горящий предмет. При попадании горящего масла, жира на пол или стены используйте для тушения любой стиральный порошок (как порошковый огнетушитель), засыпая им огонь. При перегреве плиты сначала нужно отключить ее, а затем накрыть спираль мокрой тряпкой. На балконе следует хранить все предметы или под плотным кожухом, или в металлических ящиках. Пожарные также рекомендуют держать на балконе ведро с песком.

### ***Пожар в лифте***

Причиной пожара в лифте чаще всего становятся непогашенные спички, окурки сигарет, брошенные на пол или в шахту лифта, или короткое замыкание электропроводки.

При первых же признаках возгорания или при появлении легкого дымка в кабине или шахте лифта немедленно сообщите об этом диспетчеру, нажав кнопку «вызов». Если лифт движется, не останавливайте его сами, а дождитесь остановки. Выйдя из кабины, заблокируйте двери первым попавшимся под руки предметом, чтобы никто не смог вызвать лифт снова и оказаться в ловушке. При тушении огня в кабину не входите, так как она может самопроизвольно начать двигаться. Кабина находится под напряжением, поэтому опасно тушить очаг возгорания водой – используйте плотную сухую ткань, углекислотный или порошковый огнетушитель, сухой песок.

Если в результате короткого замыкания проводов лифт остановился между этажами, а очаг возгорания находится вне кабины и потушить его невозможно, кричите, стучите по стенам кабины, зовите на помощь. Попробуйте зонтом, ключами или другими предметами раздвинуть автоматические двери лифта и выбраться наружу, позвав на помощь соседей. В лифтах с неавтоматическими дверями можно (открыв внутренние двери) нажать на рычаг с роликом во внешней двери этажа и открыть ее изнутри. Будьте очень осторожны при выходе из лифта: не упадите в шахту. Если самостоятельно выйти из лифта невозможно, то до прибытия помощи закройте нос и рот носовым платком или рукавом одежды, смоченными водой, молоком или даже мочой.

### ***Пожар во дворе***

Не жгите во дворах старую мебель, мусор, тополиный пух. Если вывезти ненужные вещи и опавшие листья невозможно, то сожгите их на специально подготовленном месте, приготовив огнетушители, песок и поливочные шланги. Помните: место должно быть открытым и очищенным от травы! При возгорании немедленно позвоните в пожарную охрану, сообщите о случившейся ситуации. Вместе с соседями постарайтесь локализовать очаг пожара, не дать огню перекинуться на деревянные постройки и автомобили. При отсутствии владельцев автомобилей переместите машины, если возможно, на безопасное расстояние и поливайте их для охлаждения водой, чтобы избежать взрыва баков с горючим.

Используйте для тушения поливочные шланги, ведра с водой, песок и огнетушители, но помните, что поливать водой горящий уголь и горючие жидкости – неэффективно. Уведите от огня детей, не забывайте о своей безопасности. Освободите дороги внутри двора для проезда пожарных машин. Попросите жителей закрыть окна и форточки, убрать белье с балконов.

### ***Пожар в гараже***

В гараже нельзя курить, хранить масляную ветошь, баллоны с газом. Исключите попадание воды или топлива на электропроводку, приводящее к



короткому замыканию при прогреве двигателя. Пожар в гараже потушить особенно сложно из-за того, что многие хранят там горючие материалы.

Если пожар все-таки произошел, немедленно вызывайте пожарных, зовите на помощь соседей и прохожих. Постарайтесь вместе с ними выкатить автомобиль из гаража вручную, так как двигатель может не завестись, и вы подвергнете себя опасности. Не дайте огню распространиться на другие гаражи, подобраться к канистрам с горючим или к газовым баллонам – в итоге возможен взрыв. Используйте для тушения огнетушители из соседних гаражей, песок, снег, воду, подручные средства. Если ваш гараж застрахован, возьмите у пожарных заключение о причинах пожара для последующего оформления возмещения причиненного ущерба.

### ***Если горит автомобиль***

Будьте внимательны: пожар в машине можно распознать практически сразу. Запах бензина или горелой резины в кабине, появление дыма из-под капота – все это факторы, предшествующие загоранию и пожару.

При тушении пролитого под машиной топлива воспользуйтесь огнетушителем, подавая пену или порошок в направлении от края к центру очага. При тушении возгорания под капотом постепенно и осторожно откройте его – желательно сбоку палкой или монтировкой, так как при этом возможен выброс пламени. Направляйте огнетушитель на очаг наиболее интенсивного горения или накройте пламя брезентом, забросайте песком, рыхлой землей, снегом, залейте водой. Не приступайте к тушению, если вы в промасленной одежде или ваши руки смочены бензином – это крайне опасно. При невозможности быстро ликвидировать возгорание отойдите от машины на безопасное расстояние, так как может взорваться топливный бак. Ни в коем случае не садитесь в горящий автомобиль, и не пытайтесь его завести. В радиусе опасной зоны (не менее 10 метров) не должно быть людей.

В ожидании пожарных поливайте водой стоящие рядом автомобили, чтобы огонь не перекинулся на них или откатите их в сторону с помощью прохожих и водителей. Если в кабине горящего автомобиля находится человек, а двери заклинило, то взломайте двери или выбейте стекло (монтировкой, камнем или ногами). Вытащите пострадавшего из машины, вызовите «скорую» и окажите ему первую медицинскую помощь или отправьте его в ближайший медпункт на первой же остановленной вами машине, запомнив или записав ее номер.

После ликвидации возгорания сообщите о случившемся в ближайшее отделение ГИБДД.

### ***Если горит человек***

Такое бывает не только в боевиках. Чаще всего это случается на кухне при неосторожном обращении с огнем или в автомобильных авариях.

Если на человеке горит одежда, надо как можно быстрее погасить огонь. А сделать это довольно трудно, так как от боли он теряет контроль над собой и начинает метаться, усиливая тем самым пламя. Первым делом горящего человека надо остановить любым способом: либо грозно окрикнуть, либо повалить наземь.

Воспламенившуюся одежду сорвите или погасите, заливая водой (зимой забросайте снегом). Если воды нет, набросьте на пострадавшего любую одежду или плотную ткань, не закрывая ему голову, чтобы он не получил ожога дыхательных путей и не отравился токсичными продуктами горения. Но имейте в виду: высокая температура воздействует на кожу тем губительнее, чем дольше и плотнее прижата к ней тлеющая одежда. Если ничего под рукой не оказалось, катайте горящего по земле, чтобы сбить пламя.

Потушив огонь, вынесите пострадавшего на свежий воздух, разрежьте тлеющую одежду и снимите ее, стараясь не повредить обожженную поверхность. Наложите на пораженные места повязку из бинта или чистой ткани. При обширных ожогах заверните пострадавшего в чистую простыню, срочно вызовите «скорую» или доставьте его в ближайшее лечебное заведение на носилках. Для уменьшения боли дайте таблетку анальгина, баралгина или аспирина. Если у пострадавшего нет рвоты, постоянно поите его водой (см. также п. 5.9.).

При ожогах первой степени (когда кожа только покраснела) для уменьшения боли и предупреждения отека тканей применяют (в течение десяти минут) холодную воду, лед или снег, а затем смазывают пораженный участок водкой или одеколоном, но повязку не накладывают. Несколько раз в день обрабатывают противоожоговыми аэрозолями или наносят тонким слоем линимент синтомицина.

При ожогах второй степени (когда образовались пузыри, причем некоторые из них лопнули) обрабатывать пораженные места водкой или одеколоном не следует, так как это вызовет сильную боль и жжение. На область ожога наложите стерильную повязку из бинта или проглаженной ткани. Обожженную кожу не следует смазывать жиром, зеленкой или марганцовкой. Облегчения это не приносит, а только затрудняет врачу определение степени поражения тканей.

Если одежда загорелась на вас, не вздумайте бежать – пламя разгорится еще сильнее. Постарайтесь быстро сбросить горящую одежду. Вам повезло, если рядом есть лужа или сугроб – ныряйте туда. Если их нет, падайте на землю и катайтесь, пока не собьете пламя.

### ***Правила поведения при утечке газа***

Многие природные газы являются источниками опасности для человека. Однако наиболее опасными являются метан (городской магистральный газ) и сжиженный нефтяной газ (в баллонах), используемые в быту. При утечке они вызывают удушье, отравление и способны привести к взрыву, поэтому необходимо знать и неукоснительно соблюдать правила пользования газовыми приборами, колонками, печами и ухода за ними. В ходе приготовления пищи следите за тем, чтобы кипящие жидкости не залили огонь и не стали причиной утечки газа. По окончании работ кран баллона закройте. Регулярно чистите горелки, так как их засоренность может стать причиной беды.

Почувствовав в помещении запах газа, немедленно перекройте его подачу к плите. При этом не курите, не зажигайте спичек, не включайте свет

и электроприборы (лучше всего обесточить всю квартиру, отключив электропитание на распределительном щитке), чтобы искра не смогла воспалить накопившийся в квартире газ и вызвать взрыв.

Основательно проветрите всю квартиру, а не только загазованную комнату, открыв все двери и окна. Покиньте помещение и не заходите в него до исчезновения запаха газа.

При появлении у окружающих признаков отравления газом вынесите их на свежий воздух и положите так, чтобы голова находилась выше ног. Вызовите скорую медицинскую помощь.

Если запах газа не исчезает, срочно вызовите аварийную газовую службу (телефон 104), работающую круглосуточно.

Вне дома газовый баллон храните в проветриваемом помещении, в вертикальном положении, не закапывайте его и не ставьте в подвал. Примите меры по защите баллона и газовой трубки от воздействия тепла и прямых солнечных лучей.

Воздержитесь от замены газового баллона при наличии рядом огня, горячих углей, включенных электроприборов. Перед заменой убедитесь, что краны нового и отработанного баллонов закрыты. После замены проверьте герметичность соединений с помощью мыльного раствора.

Для соединения баллона с газовой плитой используйте специальный гибкий резиновый шланг с маркировкой длиной не более метра, зафиксированный с помощью зажимов безопасности. Не допускайте его растяжения или пережатия. Доверяйте проверку и ремонт газового оборудования только квалифицированному специалисту. Неиспользуемые баллоны, как заправленные, так и пустые, храните вне помещения.

### **2.3.3. Аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ)**

**АХОВ** – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и в сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (выливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

К АХОВ относят только вещества, которые могут представлять опасность в аварийных ситуациях. Перечень АХОВ не установлен.

По характеру воздействия на организм человека АХОВ классифицируются следующим образом:

**1 группа** – вещества с преимущественно удушающим действием:

- 1) с выраженным прижигающим действием (хлор, треххлористый фосфор, хлорокись фосфора),
- 2) со слабым прижигающим действием (фосген, хлорпикрин);

**2 группа** – вещества преимущественно общедовитого действия: (хлорциан, водород мышьяковистый);

**3 группа** – вещества, обладающие удушающим и общедовитым действием:

- 1) с выраженным прижигающим действием (нитрил акриловой кислоты),
  - 2) со слабым прижигающим действием (сернистый ангидрид, сероводород, окислы азота);
- 4 группа** – нейротропные яды, т.е. действующие на генерацию, поведение и передачу нервного импульса (сероуглерод);
- 5 группа** – вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак);
- 6 группа** – метаболические яды (окись этилена, метил хлористый).

Наибольшую опасность представляют предприятия, производящие химические вещества, а также те предприятия, в технологическом процессе которых используются ядовитые вещества. В настоящее время в мире производится более 1 млн. наименований химических веществ, 600 тыс. из которых имеют широкое применение.

Анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтегазовой и химической промышленности показывает, что аварии происходят либо из-за отказа техники, либо из-за ошибочных действий производственного персонала. При этом аварийные ситуации делят на **две основные группы**:

- аварии на производственных площадках;
- аварии на транспортных коммуникациях (на железных дорогах).

*На площадках* наибольшая потенциальная опасность возникновения аварийных ситуаций с АХОВ может быть *на складах и наливных станциях*, где сосредоточены сотни, а во многих случаях тысячи тонн основных АХОВ.

*Аварийные ситуации при транспортировке АХОВ* сопряжены с более высокой степенью опасности, т.к. масштабы перевозки этих веществ являются весьма большими. Например, только жидкого хлора одновременно на железных дорогах страны перевозится более 700 цистерн, причем часто в пути находятся одновременно около 100 цистерн, содержащих до 5000 т сжиженного хлора. Как правило, в сборные маршруты может входить от двух до восьми и более цистерн. Наиболее характерными причинами аварийных выбросов (выливов) АХОВ на железных дорогах являются:

- опрокидывание цистерн с нарушением герметизации;
- трещины в сварных швах;
- разрыв оболочки новых цистерн;
- разрушение предохранительных мембран;
- неисправность предохранительных клапанов и протечка из арматуры.

Наиболее часто к тяжелым последствиям с гибелью людей приводили выбросы следующих АХОВ: аммиака, хлора, окиси этилена, хлористого водорода, сернистого ангидрида, цианистого водорода, фосгена, хлорпикрина, тринитротолуола и т.д. Наиболее опасными (не с точки зрения токсичности, а по числу жертв при авариях) являются те АХОВ, которые наиболее широко и в значительных количествах обращаются в производстве и есть вероятность их выброса в атмосферу в большом количестве. На первом месте по числу случаев с гибелью людей стоят хлор и аммиак.

Исходя из оценки масштабов реальной опасности, зависящей не только от токсичности вещества, но и от их запасов и характера распространения в

атмосфере, перечень АХОВ, от воздействия которых необходимо обеспечить защиту, можно ограничить девятью веществами: хлор, аммиак, фосген, сернистый ангидрид, цианистый водород, сероводород, сероуглерод, фтористый водород, нитрилакриловая кислота.

Таблица 2.2

**Токсические характеристики АХОВ (по Ниретину и др., 2007)**

Наименование АХОВ	Концентрация вещества в воздухе (мг/л)		
	Смертельная	Вызывает поражения средней тяжести	Вызывает начальные симптомы
Хлор	6,0	0,6	0,01
Аммиак	100,0	15,0	0,25
Фосген	6,0	0,6	0,01
Сернистый ангидрид	70,0	20,0	0,4-0,05
Фтористый водород	7,5	4,0	0,4
Цианистый водород	1,5	0,75	0,02-0,04
Сероводород	30,0	5,0	0,3
Сероуглерод	900,0	135,0	1,5-1,6

Общей особенностью аварий, связанных с выбросом АХОВ, является высокая скорость формирования облака, сильное поражающее действие, что требует принятия экстренных мер по защите производственного персонала объекта и населения в прилегающих районах, срочной локализации источника заражения и ликвидации последствий.

*Население, проживающее вблизи химически опасного объекта (ХОО), услышав сигналы оповещения об авариях с выбросом АХОВ по радио (телевидению) или подвижным громкоговорящим средствам, должно:*

- надеть противогазы. В случае отсутствия противогаза необходимо максимально быстро удалиться из зоны заражения, задержав дыхание на несколько секунд. Для защиты органов дыхания можно использовать подручные средства из ткани, смоченные в воде, а также меховые и ватные части одежды. Если закрыть ими органы дыхания, снижается количество вдыхаемого газа, а следовательно, и тяжесть поражения;

- закрыть окна и форточки, одеть детей, предупредить соседей;
- отключить электронагревательные и бытовые приборы, газ (погасить огонь в печах);

- взять документы, теплую одежду и питание (трехдневный запас непортящихся продуктов);

- быстро, но без паники выйти из жилого массива в указанном направлении или в сторону, перпендикулярную направлению ветра, желательно на возвышенный, хорошо проветриваемый участок местности, на расстояние не менее 1,5 километров от предыдущего места пребывания, и оставаться там до получения дальнейших распоряжений.

При движении на зараженной местности *необходимо соблюдать следующие правила:*

- двигаться быстро, но не бежать и не поднимать пыли;
- не прислоняться к зданиям и не касаться окружающих предметов;
- не наступать на встречающиеся на пути капли жидкости или порошкообразные россыпи неизвестных веществ;
- не снимать средства индивидуальной защиты до распоряжения;
- при обнаружении капель АХОВ на коже, одежде, обуви, средствах индивидуальной защиты снять их тампоном из бумаги, ветоши или носовым платком;
- по возможности оказать необходимую помощь пострадавшим детям и престарелым, не способным двигаться самостоятельно.

После выхода из зоны заражения нужно пройти санитарную обработку. Получившие значительные поражения (признаками чего являются кашель, тошнота и др.) должны обратиться в медицинские учреждения для определения степени поражения и проведения профилактических и лечебных мероприятий.

#### 2.3.4. Аварии с выбросом радиоактивных веществ

В конце 1895 г. весь ученый мир был взволнован появившимися в печати сообщениями об открытии профессором Вильгельмом Конрадом Рентгеном лучей, обладавших необычными свойствами. Эти лучи, названные Рентгеном X-лучами, свободно проходили через дерево, картон и другие непрозрачные предметы. Впоследствии они получили название *рентгеновских лучей* в честь открывшего их ученого. В 1896 г. французский ученый Анри Беккерель открыл явление *радиоактивности*. Вновь открытое излучение, присущее веществам, в состав которых входит уран, Беккерель назвал урановым. Дальнейшая история новооткрытых лучей тесно связана с именами физиков Марии Склодовской-Кюри и ее мужа - Пьера Кюри, которым наука обязана тщательным и всесторонним изучением явления, названного, по предложению Марии, *радиоактивностью*.

**Радиоактивность** – это способность ряда химических элементов самопроизвольно распадаться и испускать невидимые излучения, отличающиеся друг от друга проникающей способностью.

Наименее проникающие лучи получили название  *$\alpha$  (альфа)-лучей*, более проникающие –  *$\beta$  (бета)-лучей* и, наконец, лучи, имеющие наибольшую проникающую способность, –  *$\gamma$  (гамма)-лучей*. Известно, что проникающая радиация разрушает организм человека, может вызвать лучевую болезнь различной степени.

Следует учитывать также, что разные части тела (органы, ткани) имеют разную степень чувствительности: например, при одинаковой эквивалентной

дозе облучения возникновение рака в легких более вероятно, чем в щитовидной железе. Поэтому дозы облучения органов и тканей следует учитывать с разными коэффициентами:

- 0,12 – красный костный мозг;
- 0,3 – костная ткань;
- 0,03 – щитовидная железа;
- 0,15 – молочная железа;
- 0,12 – легкие;
- 0,25 – яичники и семенники;
- 0,30 – другие ткани;
- 1,00 – организм в целом.

Умножив эквивалентные дозы на соответствующие коэффициенты и просуммировав по всем органам и тканям, получим *эффективную эквивалентную дозу*, отражающую суммарный эффект облучения для организма.

**Действия населения при аварии на АЭС.** В момент прохождения облака выброса и после него в результате радиоактивного загрязнения воздуха и местности люди будут подвергаться внешнему и внутреннему облучению. Доза внутреннего облучения на щитовидную железу за счет *радиоактивного йода* в облаке выброса при допустимой дозе 30 бэр может достигать:

- для детей – от 50 до 300 бэр,
- для взрослых – от 15 до 100 бэр.

Поэтому очень важно своевременное проведение йодной профилактики. Защитный эффект и порядок ее проведения представлены в таблицах 2.3. и 2.4.

При аварии на АЭС система водоснабжения в результате радиоактивного заражения воды выйдет из строя на 70%. (Однако, по опыту аварии на ЧАЭС, в источниках питьевой воды населенных пунктов Киевской области – колодцах и артезианских скважинах в течение мая – июня 1986 г. радиоактивное загрязнение практически не отмечалось. Лишь в некоторых открытых колодцах определялись йод-131 и другие радионуклиды.) Авария на АЭС практически не окажет влияния на состояние транспортных магистралей, систем электро-, газо- и теплоснабжения, канализации, систем управления, оповещения и связи.

Таблица 2.3

**Защитный эффект в результате проведения йодной профилактики  
(по Ниретину и др., 2007)**

<b>Время приема препарата стабильного йода</b>	<b>Уменьшение дозы облучения щитовидной железы</b>
За 6 ч до разового поступления йода-131	в 100 раз
Во время разового поступления йода-131	в 90 раз
Через 2 ч после разового поступления йода-131	в 10 раз
Через 6 ч после разового поступления йода-131	в 2 раза

Таблица 2.4

**Порядок проведения йодной профилактики  
(по Ниретину и др., 2007)**

<i>Дети старше трех лет, взрослые (не более 10 суток)</i>	Йодистый калий 1 таблетка 1 раз в сутки	5% настойка йода (3-5 капель на 200 мл воды) 3 раза в сутки
<i>Дети до трех лет, беременные женщины (не более 2 суток)</i>	Йодистый калий 1/2 таблетки 1 раз в сутки	5% настойка йода (1-2 капли на 100 мл воды) 3 раза в сутки

В случае аварии на АЭС с одним из энергоблоков, подобно Чернобыльской, спад уровней радиации будет составлять:

- за 1-е сутки – в 2 раза;
- за 30 суток – в 5 раз;
- за 6 месяцев – в 40 раз;
- за год – в 85 раз.

Радиоактивные вещества проникают в организм человека главным образом через желудочно-кишечный тракт и в меньшей степени – через органы дыхания, так как эти вещества относительно быстро оседают на поверхность земли, а зараженные продукты и вода используются длительное время. Чтобы избежать заражения, необходимо принять меры, предотвращающие поступление в организм радиоактивных веществ с продовольствием и водой. Запасы продовольствия и воды следует хранить в пыле- и водонепроницаемых емкостях. Хотя внешняя поверхность таких емкостей может оказаться зараженной радиоактивными веществами, все же большую их часть можно удалить перед открыванием емкостей путем смывания.

Если запасы продовольствия оказались зараженными и возникла необходимость потребления зараженных продуктов, их необходимо подвергнуть дезактивации. Например, достаточно обмыть многие свежие фрукты и овощи или снять с них кожуру. Плохо дезактивирующиеся продукты, имеющие пористую поверхность, подлежат уничтожению. Молоко находящихся в зараженной зоне коров из-за наличия в нем радиоактивного йода, возможно, окажется непригодным для употребления в пищу, так как молоко может оставаться радиоактивным в течение нескольких недель.

При заражении водоемов радиоактивные вещества могут поступать в организм человека по биологическим цепочкам «вода – водоросли», «планктон – рыба – человек» или, если водоем служит для питьевого водоснабжения, непосредственно по цепочке «вода – человек». На водопроводных станциях питьевая вода, забираемая из наземных источников, может быть очищена от радиоактивных веществ осаждением коллоидных частиц с последующей фильтрацией. Питьевая вода, получаемая



из подземных скважин либо хранящаяся в герметических емкостях, обычно не заражена радиоактивными веществами.

Среди мероприятий по сокращению поступления радиоактивных веществ в организм человека важное место отводится использованию средств защиты органов дыхания. Для этой цели в первую очередь применяются респираторы различных типов (Р-2, «Лепесток» и др.). При отсутствии респираторов могут быть использованы все типы фильтрующих противогазов и простейшие средства защиты органов дыхания, такие как противопыльная тканевая маска ПТМ-1, ватно-марлевая повязка (ВМП) и др. Кожа человека может подвергаться заражению в результате попадания на нее радиоактивных веществ, поэтому пребывание людей в период выпадения радиоактивных веществ в защитных сооружениях или в жилых и производственных зданиях может исключить либо существенно ограничить заражение кожных покровов. По окончании выпадения радиоактивных веществ надо, по возможности, избегать появления на улице в сухую ветреную погоду, хотя заражение кожных покровов людей в результате вторичного пылеобразования менее опасно, чем при первичном заражении местности.

Кожные покровы могут быть также защищены обычной одеждой, приспособленной для этого соответствующим образом. Чтобы обеспечить герметичность, например, по нагрудному разрезу куртки, применяют нагрудный клапан, изготовленный из любой плотной ткани. Для защиты шеи, открытых частей головы и создания герметичности в области воротника используют капюшон из плотной хлопчатобумажной или шерстяной ткани. Можно использовать также обычные платки, куски ткани и т. д. Следует по возможности герметизировать места соединения куртки с брюками, рукавов с перчатками, нижнего края брюк с обувью. Дезактивировать кожу нужно, смывая с нее радиоактивные вещества. В качестве дезактивирующих растворов можно применять воду, а также водные растворы моющих средств. Если радиоактивная пыль попала в рот, нос и уши, их промывают водой или водным раствором марганцовки, при этом радиоактивные вещества удаляются почти полностью. Если радиоактивная пыль попала в рану, ее необходимо несколько раз промыть и по возможности вызвать кровотечение под струей воды, что будет способствовать наиболее полной дезактивации.

**Действия при возникновении радиационной опасности.** При получении информации о радиационной опасности необходимо:

- как можно скорее укрыться в любых помещениях (деревянные строения, кирпичные здания), так как любое строение во много раз ослабляет действие ионизирующих излучений;
- обеспечить по возможности максимальную герметизацию помещения и запретить людям выходить из помещения до особого разрешения;
- защитить органы дыхания, использовав для этой цели любую ткань, поскольку на обеспечение противогазами и респираторами рассчитывать не следует;
- сразу после оповещения провести экстренную йодную профилактику в соответствии с инструкцией.

### **2.3.5. Гидродинамические аварии**

#### **Водные ресурсы и водное хозяйство страны**

Вода играет большую роль в народном хозяйстве и жизни человека. Запасы воды на Земле велики – это воды озер, морей и океанов; воды речного стока; грунтовые воды. Вода распределяется неравномерно по земной поверхности и во времени и может быть различного качества. В России есть засушливые районы и районы, страдающие от избыточного увлажнения земной поверхности. Часто весной избыток воды причиняет ущерб определенной территории, а в другое время года этот же район может страдать от ее недостатка.

Из-за отмеченной неравномерности распределения воды часто приходится проводить ряд дорогостоящих инженерных мероприятий, преследующих цель получить воду в данном месте и в определенном ее количестве в определенный момент времени. Совокупность такого рода инженерных мероприятий образует определенную часть народного хозяйства, называемую водным хозяйством.

Различают следующие четыре основные отрасли водного хозяйства:

1. Гидроэнергетика, то есть использование движущей силы воды как источника энергии.
2. Водный транспорт, то есть использование воды в качестве путей сообщения.
3. Водоснабжение и канализация населенных мест.
4. Водная мелиорация: использование воды для орошения земель (ирригация); отвод избыточных грунтовых вод с территории (осушение); использование воды для так называемого обводнения земель, то есть устройство отдельных водоемов сельскохозяйственного назначения.

Следует подчеркнуть, что один и тот же водный поток может быть применен в разных отраслях народного хозяйства. Например, одна и та же река может быть использована как источник энергии, водный путь, для орошения земель, ведения рыбного хозяйства и т. д.

Отсюда вытекает важный принцип комплексности водохозяйственных мероприятий. Примером комплексного решения водохозяйственной проблемы является строительство (1932-1937 гг.) канала им. Москвы, который обеспечивает судоходство между Москвой-рекой и Волгой, водоснабжение Москвы, получение электрической энергии на ряде гидростанций, улучшение санитарных условий в столице и др.

#### **Общие понятия о гидротехнических сооружениях и их классификация**

Гидротехническим сооружением называется инженерное сооружение, построенное для решения тех или других водохозяйственных задач.

Все гидротехнические сооружения (ГТС) делятся на две категории:

- общие ГТС, применяемые в двух или нескольких различных отраслях водного хозяйства;

- специальные ГТС, используемые только в одной отрасли водного хозяйства.

Наиболее важным типом общего гидросооружения является *плотина* с водопропускными и другими устройствами, создаваемыми при ней.

В связи с комплексностью решения водохозяйственных проблем и по целому ряду других соображений очень часто некоторые из перечисленных гидросооружений приходится группировать в комплексы. Такие комплексы гидросооружений называют *гидроузлами*. Особенно сложными бывают речные гидроузлы на равнинных реках; в них обычно входят плотина, здание ГЭС, судоходный шлюз, какой-либо водозабор (например, для орошения земель) и т. д.

### **Основные цели устройства и классификация плотин**

На примере гидротехнического сооружения в виде плотины удобно пояснить почти все общие гидротехнические принципы проектирования любых специальных гидросооружений.

Плотины устраивают с целью:

- поднятия уровня воды в реке и регулирования этого уровня;
- создания хранилища для воды (водохранилища). Поднятие уровня воды в реке бывает необходимым:
  - при устройстве ГЭС;
  - для отвода воды из реки каналом на орошение земель;
  - для улучшения условий судоходства – увеличения глубины воды и уменьшения скоростей в реке;
  - для увеличения глубин в месте устройства водоподъемников гидромелиоративных систем и систем водоснабжения; с увеличением таких глубин условия забора воды из реки облегчаются;
  - по санитарным соображениям и т. д.

Плотины, построенные с целью поднятия уровня воды в реке, называют водоподъемными.

### **Создание водохранилищ преследует следующие цели:**

- получить водоем для регулирования стока реки (в период многоводья вода скапливается в водохранилище; в засушливый же период эта вода расходуется из водохранилища, причем расход речной воды во времени выравнивается);
- получить водоем, необходимый, например, для работы так называемых гидроаккумулирующих установок, для рыбного хозяйства и т. п. Уровень воды в водохранилище во время его эксплуатации может меняться.

Плотины, построенные для создания водохранилища, называют водохранилищными.

В некоторых случаях одну и ту же плотину устраивают и для поднятия уровня воды в реке, и для образования водохранилища. Такая плотина будет и водоподъемной, и водохранилищной.

По своему назначению плотины бывают трех видов: водоподъемные, водохранилищные и водохранилищные и водоподъемные. Плотины отмеченных трех видов делятся на две основные группы:

- глухие плотины – это плотины, непосредственно через которые воду не сбрасывают; пропуск воды через створ плотины (если он требуется) осуществляется береговыми водопропускными сооружениями или через отверстия, хотя и сделанные в теле плотины (или ее основании), но имеющие весьма малую ширину по сравнению с длиной плотины;
- водосбросные (водопропускные) плотины – это плотины, по длине которых устраивают достаточно широкие (по сравнению с длиной плотины) водопропускные отверстия (безнапорные или напорные).

Глухие плотины можно классифицировать по различным признакам:

По материалу, из которого возводится тело плотины:

- из фунтового материала, то есть из обычного грунта или каменной наброски;
- из бетона, то есть искусственного камня;
- из железобетона и т. д.

### **Аварии на гидротехнических сооружениях**

Нарушения целостности конструкций плотин неизбежно приводят к различного рода авариям. **Гидродинамическая авария** – это происшествие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его частей с последующим неуправляемым перемещением больших масс воды.

На территории России эксплуатируется более 30 000 водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов. Гидротехнические сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет, некоторые находятся в аварийном состоянии. По мнению специалистов, общее число гидродинамически опасных объектов составляет 815, численность населения, проживающего в зонах непосредственной угрозы жизни и здоровью при возможных авариях на этих объектах, превышает 7 млн человек. Однако прежде чем говорить об авариях, необходимо познакомиться с некоторыми специальными терминами.

**Проран** – узкий проток в теле (насыпи) плотины, косе, отмели в дельте реки или спрямленный участок реки, возникший в результате размыва излучины в половодье.

**Прорыв плотины** – начальная фаза гидродинамической аварии, то есть процесса образования прорана и неуправляемого потока воды, устремляющегося из верхнего бьефа через проран в нижний бьеф.

**Бьеф** – участок реки между двумя соседними плотинами на реке или участок канала между двумя шлюзами.

**Верхний бьеф** – часть реки выше подпорного сооружения (плотины, шлюза).

**Нижний бьеф** – часть реки ниже подпорного сооружения.

*Рисберма* – укрепленный участок русла реки в нижнем бьефе водосбросного гидротехнического сооружения. Она защищает русло от размыва, выравнивает скорость потока и т. д.

### ***Причины и виды гидродинамических аварий***

На ГТС постоянно воздействуют водный поток, колебания температур, льды, наносы, статистические и гидродинамические нагрузки, происходят стирания поверхности, коррозия металлов, выщелачивание бетона, гниение деревянных конструкций.

Разрушение (прорыв) гидротехнических сооружений происходит в результате:

- действия сил природы (землетрясений, ураганов, размыва плотин);
- износа и старения оборудования;
- конструкторских ошибок;
- некачественного выполнения строительных работ;
- нарушения правил эксплуатации;
- воздействия человека (нанесение ударов различными видами оружия).

Разрушения ГТС можно классифицировать следующим образом:

1. Разрушения конструкций, находящихся в верхнем бьефе, подходящим потоком воды и ледоходом.
2. Размыв земляных плотин переливающимся потоком.
3. Размыв откосов русла реки и поймы в результате перепада воды, вызванного стеснением сечения поймы.
4. Разрушение конструкций и местный размыв в русле реки потоком, сбрасываемым через водосброс.
5. Повреждение деревянных сооружений фильтрующимся потоком.
6. Разрушение земляных сооружений и склонов берегов в результате изменения геологических условий.

Причиной 35% из 300 аварий плотин (сопровождающихся их прорывом), произошедших в различных странах за 175 лет, было превышение расчетного максимального сбросного расхода, то есть перелив воды через гребень плотины. Причины аварий, сопровождающихся прорывом гидродинамических сооружений напорного фронта и образованием волны прорыва, могут быть различными, но чаще всего они происходят из-за разрушения основания сооружения и недостаточности водосбросов.

### ***Последствиями гидродинамических аварий являются:***

- повреждение и разрушение ГТС и кратковременное или долговременное прекращение выполнения ими своих функций;
- поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва;
- затопление обширных территорий.

Основными поражающими факторами катастрофического затопления являются:

- разрушительная волна прорыва;
- водный поток;

- спокойные воды, затопляющие территорию суши и хозяйственные объекты.

Воздействие волны прорыва во многом аналогично воздействию воздушной ударной волны, образующейся при взрыве, но отличается от него тем, что действующим фактором в этом случае является вода.

Волна прорыва в своем движении вдоль русла реки непрерывно изменяет высоту, скорость движения, ширину и другие параметры. Она имеет фазы подъема уровня воды и последующего спада уровня. Фаза интенсивного подъема уровня воды является фронтом волны прорыва. Вслед за фронтом волны прорыва высота ее начинает интенсивно возрастать, достигая через некоторый промежуток времени максимума, называемого гребнем волны прорыва. В результате подъема воды происходит затопление поймы и прибрежных участков местности.

Площадь и глубина затопления зависят от параметров волны прорыва и топографических условий местности. После прекращения подъема наступает более или менее длительный период движения потока, близкий к установившемуся. Этот период тем длительнее, чем больше объем водохранилища. Последней фазой образования зоны затопления является спад уровня воды.

После прохождения волны прорыва русло реки обычно сильно деформируется из-за его размыва быстрым течением. Волна прорыва может разрушить большое количество зданий и сооружений, находящихся в зоне ее действия. Степень их разрушения зависит от высоты подъема уровня воды и скорости течения, а также от характеристик самого здания (сооружения) и его основания.

Из-за крупных гидродинамических аварий гибнут люди, прерывается подача электроэнергии в энергетические системы. Кроме того, разрушаются или оказываются под водой населенные пункты, выводятся из строя коммуникации и другие элементы инфраструктуры, нарушается жизнедеятельность населения и производственно-экономическая деятельность предприятий, наносится большой ущерб природной среде, в том числе в результате изменений ландшафта. Вторичными последствиями гидродинамических аварий являются загрязнения осадочными веществами из разрушенных (затопленных) хранилищ воды и местности, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, массовые заболевания людей и животных. Вторичными последствиями также могут быть пожары – вследствие обрывов и короткого замыкания электрических кабелей и проводов; оползни, обвалы в результате размыва грунта и т. д.

Долговременные последствия гидродинамических аварий связаны с остаточными факторами затопления – наносами, загрязнениями, изменением ландшафта и других элементов природной среды.

Последствия аварий выражаются с помощью показателей материального ущерба. Материальный ущерб оценивается числом разрушенных,

поврежденных, вышедших из строя объектов и сооружений, а также в денежном выражении.

*К прямому ущербу относят:*

- повреждение и разрушение ГТС, жилых, производственных зданий, железных и автомобильных дорог, ЛЭП и линий связи, мелиоративных систем;
- гибель скота и сельскохозяйственных культур;
- уничтожение и порчу сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрений;
- затраты на временную эвакуацию населения и перевозку материальных ценностей в незатапливаемые места;
- смыв плодородного слоя почвы и занесение ее песком, глиной и камнями.

*К косвенному ущербу относят:*

- затраты на приобретение и доставку в пострадавшие районы продуктов питания, одежды, медикаментов, строительных материалов и техники, кормов для скота;
- сокращение выработки промышленной и сельскохозяйственной продукции замедление темпов развития народного хозяйства;
- ухудшение условий жизни местного населения;
- невозможность рационального использования территории, находящейся в зоне возможного затопления.

*Важными мерами защиты от гидродинамических аварий являются:*

- уменьшение максимального расхода воды путем перераспределения стока во времени;
- регулирование паводковых стоков с помощью водохранилищ; укрепление и своевременный ремонт ГТС и ограждающих дамб (валов);
- проведение берегоукрепительных и дноуглубительных работ, подсыпка низких мест.

*К оперативным предупредительным мерам относятся:*

- оповещение населения об угрозе аварии;
- заблаговременная эвакуация населения, сельскохозяйственных животных, материальных и культурных ценностей из потенциально затапливаемых зон;
- частичное ограничение или прекращение функционирования предприятий, организаций, учреждений, расположенных в зонах возможного затопления, защита материальных ценностей.

### **Правила поведения при угрозе и во время гидродинамических аварий**

Главная рекомендация состоит в том, чтобы все жители затапливаемых зон, прилегающих к аварийным ГТС, хорошо знали возможные опасности, были обучены и подготовлены к действиям при угрозе и во время затопления.

С получением прогноза или сигнала тревоги население оповещается через сеть радио- и телевизионного вещания.

По сигналу оповещения об угрозе затопления население должно немедленно эвакуироваться. При эвакуации из дома необходимо взять с собой документы, ценности, вещи первой необходимости, запас питьевой воды и продукты питания на 2-3 суток. Перед тем как покинуть дом, квартиру, необходимо выключить электричество и газ, плотно закрыть окна, двери, вентиляционные и другие отверстия.

При внезапном наступлении катастрофического затопления для спасения от удара волны прорыва необходимо занять ближайшее возвышенное место, взобраться на ствол крупного дерева, на верхние ярусы прочных сооружений. Если поблизости нет подходящих строений, нужно спрятаться за любую преграду, которая может защитить от движущейся воды: дорожную насыпь, большие камни, деревья (лучше наиболее отдаленные от места прорыва воды и крепко укоренившиеся). Необходимо держаться за дерево, камень или другие выступающие предметы, иначе воздушная волна и потоки воды могут протащить по камням, другим твердым предметам, ударить о них.

В случае нахождения в воде при приближении волны прорыва следует нырнуть в глубину у основания волны. Оказавшись в воде, вплавь или с помощью подручных плавающих средств постарайтесь выбраться на сухое место, лучше всего на насыпь дороги или дамбу, по которым можно добраться до незатопленной территории.

После спада воды люди торопятся вернуться в свое жилье. При этом следует помнить о мерах предосторожности.

Следует остерегаться порванных или провисших электрических проводов. О повреждениях и разрушении водопроводных, газовых и канализационных магистралей надо немедленно сообщить в аварийные службы и организации. Попавшие в воду продукты категорически запрещается применять в пищу. Запасы питьевой воды перед употреблением должны быть проверены, а колодцы с питьевой водой – осушены путем откачивания из них загрязненной воды.

Прежде чем войти в здание после наводнения, следует убедиться, что его конструкции не претерпели явных разрушений и не представляют опасности для людей. Помещение необходимо в течение нескольких минут проветрить, открыв входные двери или окна. При осмотре внутренних комнат здания (дома) не рекомендуется применять спички или свечи в качестве источника света, так как в воздухе может присутствовать газ из поврежденных газовых магистралей. Для этой цели лучше всего использовать электрические фонари. До проверки специалистами состояния электрической сети нельзя пользоваться источниками электроэнергии.

Соблюдение перечисленных правил поведения позволяет существенно снизить материальный ущерб и сохранить жизнь людей, проживающих в опасных районах, подверженных затоплению.



## 2.4. Защита населения при ЧС мирного и военного времени

В соответствии с Федеральным законом от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» проводится организация защиты населения в мирное время с расчетом на использование ее в военное время.

*К основным способам защиты населения в мирное и военное время относятся:*

- укрытие в защитных сооружениях ГО;
- эвакуация (рассредоточение) населения из опасных зон в безопасные;
- использование средств индивидуальной защиты и медицинской профилактики;
- своевременное оповещение населения о возможной или уже случившейся чрезвычайной ситуации мирного и военного времени;
- обучение населения правилам поведения и действиям в ЧС мирного и военного времени.

*Своевременное оповещение* является основой для организации защиты населения и территорий от любых чрезвычайных ситуаций. Требования к оповещению таковы, чтобы они приближались к реальному времени возникновения ЧС. Чем раньше население будет оповещено о возникновении чрезвычайной ситуации и угрозе с ней возникающей, тем больше времени остается на использование тех или иных способов защиты со стороны должностных лиц, отвечающих за организацию защиты населения, и самозащиты каждого человека на основе своих знаний правил поведения и действий в сложившейся ситуации.

Для населения главным является организация местного оповещения, так как именно оно касается каждого, проживающего в данной местности.

*Местное оповещение организуется в два этапа.* При возникновении ЧС подаются звуковые сигналы (сирены, по договоренности гудки транспортных средств и т.д.), означающие общий сигнал «Внимание всем!». Он подается в течение 3-5 минут. По этому сигналу население, находящееся в помещениях должно включить средства информации (радиоточку, радиоприемник, настроенный на местную волну, телевизор, настроенный на местный канал) и ждать. Те, кого сигнал застал на улице, должны зайти в ближайшее учреждение, что бы прослушать речевую информацию. Вторым этапом — прослушивание речевой информации, в которой местные органы власти (штабы ГО и ЧС) оповещают население о том: что, где, в какое время возникла чрезвычайная ситуация, какая угроза для населения и что необходимо делать. По этой речевой информации ответственные за защиту населения или выполняют указания, изложенные в речевой информации, или вводят свои планы. Население выполняет указания и действует в соответствии со сложившейся обстановкой.

Для организации оповещения рабочих и служащих предприятий, учреждений и заведений создаются локальные системы оповещения. Это могут быть сирены, громкоговорящая связь и т.п. В учебных заведениях это,

как правило, звонки по определенному условному сигналу и системы голосового оповещения.

*Обучение населения* правилам поведения и действиям в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени также направлено на уменьшение потерь. Обученные люди быстрее оценивают сложившуюся обстановку и начинают адекватно действовать в сложившейся ситуации. Среди них меньше паники, а, следовательно, и меньше жертв. Постановление Правительства РФ № 547 от 04.09.2005 года «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера» и Федеральный закон «О гражданской обороне» обязывают всех должностных лиц проводить занятия по этим вопросам со всеми категориями населения.

#### **2.4.1. Использование защитных сооружений**

*Защитные сооружения ГО* – это инженерные сооружения, предназначенные для защиты населения от поражающих факторов при чрезвычайных ситуациях.

##### ***Классификация защитных сооружений:***

- 1) убежища, в том числе быстровозводимые (БВУ);
- 2) укрытия, в том числе противорадиационные (ПРУ);
- 3) укрытия простейшего типа (щели, траншеи, приспособленные помещения, подземные переходы, горные выработки).

*Убежища* – это инженерные сооружения, обеспечивающие защиту от всех поражающих факторов. Классификация убежищ производится по нескольким признакам:

##### ***1) по назначению:***

а) двойного назначения – в мирное время они используются как помещения хозяйственно-бытового назначения (гардероб, помещения торговли, общественного питания), спортивные, зрелищные, подземные переходы, но в любом случае убежище должно быть готово к заполнению людьми через 12 ч;

б) специальные, постоянно готовые к приему людей и расчетов командных пунктов;

##### ***2) по месту расположения:***

а) встроенные убежища размещают под зданием с аварийным выходом за пределы зоны возможных завалов;

б) отдельно стоящие убежища (они автономны, строятся в удалении от зданий за пределами зоны вероятных завалов и обычно – без аварийных выходов);

##### ***3) по срокам строительства:***

а) построенные заблаговременно;

б) быстровозводимые убежища (их строят из заготовленных или подручных материалов при угрозе ЧС по заранее подготовленным документам);

4) по вместимости:

а) убежища малой вместимости (до 600 человек);

б) убежища средней вместимости (от 600 до 2 тыс. человек);

в) убежища большой вместимости (более 2 тыс. человек);

убежище вместимостью менее чем на 150 человек и более чем на 5 тыс. человек строить нецелесообразно;

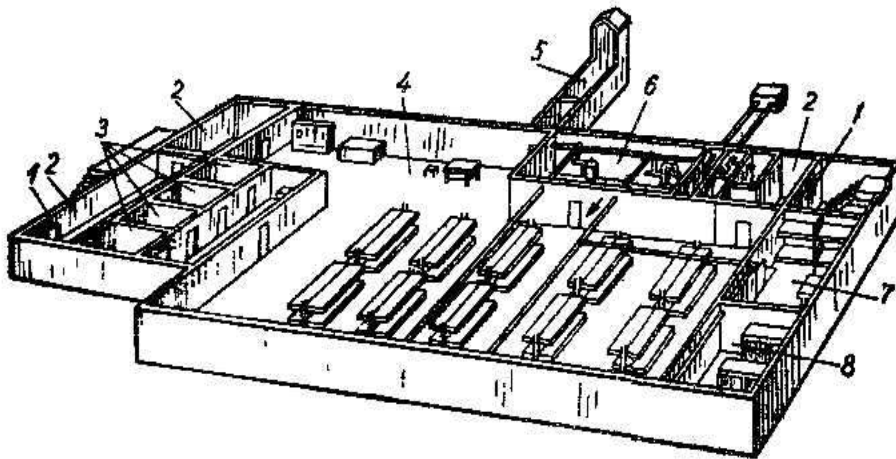


Рис. 2.1. План убежища:

- 1 – защитно-герметические двери;
- 2 – шлюзовые камеры (тамбуры);
- 3 – санитарно-бытовые отсеки;
- 4 – основное помещение для размещения людей;
- 5 – галерея и оголовок аварийного выхода;
- 6 – фильтровентиляционная камера; 7 – кладовая для продуктов;
- 8 – медицинская комната (помещения 7 и 8 могут не устраиваться).

5) по степени защищенности от ударной воздушной волны:

а) специальные убежища выдерживают избыточное давление 500 кПа;

б) убежища I класса выдерживают избыточное давление 300 кПа;

в) убежища II класса выдерживают избыточное давление до 200 кПа;

г) убежища III класса выдерживают избыточное давление до 100 кПа.

Убежища I и II класса строят в пределах застройки городов, а III класса – в зоне возможных слабых разрушений.

**Основные требования, предъявляемые к убежищам:**

1. Обеспечивать защиту от любых поражающих факторов и от теплового воздействия пожаров на поверхности не менее 2 суток.

2. Быть построенными вне зон и очагов пожаров и затоплений.

3. Иметь входы с той же степенью защиты, что и основные помещения, а на случай завала – аварийные выходы. Все входы и выходы должны быть разнесены на расстояние не менее 10 м, чтобы не произошло их одновременного завала.

4. Иметь подходы, свободные от складирования опасных, горючих и сильнодымящих веществ, а также подъездные пути.

5. Иметь основные помещения высотой более 2,2 м, а уровень пола должен быть выше уровня грунтовых вод более чем на 20 см.

6. Иметь фильтровентиляционное оборудование, обеспечивающее очистку воздуха от примесей и подачу в убежище не менее 2 м<sup>3</sup> воздуха в час на одного человека. Производительность фильтровентиляционного агрегата (ФВА) определяется содержанием углекислого газа в защитном сооружении.

*Убежища укомплектовываются следующим оборудованием:*

1) фильтровентиляционное оборудование обеспечивает очистку и обеззараживание воздуха, поступающего в убежище;

2) водопровод, запас воды в проточных емкостях из расчета 6 л питьевой и 4 л технической (для санитарно-гигиенических потребностей) на человека на весь расчетный срок пребывания в убежище (до 3 суток). В спецубежищах создается запас продуктов (консервы, галеты, концентраты);

3) водяное, электрическое или другое отопление, которое включается с началом заполнения убежища;

4) канализация (санузел) выполняется на базе общих сетей, но должны быть приемники фекальных вод, которые обеспечат нормальную жизнедеятельность при авариях на общих сетях и не допустят затопления убежища;

5) освещение (основное, аварийное) не должно потреблять кислород, т.е. не допускается использование свечей, керосиновых ламп и т.п.;

6) убежище оборудуется средствами оповещения, связи и вещания (радиоточкой, радиостанцией, телефоном, телеграфом, телетайпом);

7) защитные сооружения ГО укомплектовываются противопожарным инвентарем, инструментами, оборудованием и материалами для выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР);

8) в убежище должен быть медицинский пункт (или аптечка);

9) для контроля систем жизнеобеспечения в убежище имеются соответствующие контрольно-измерительные средства измерения, прибор химической разведки (ВПХР) и измеритель мощности дозы радиации ИМД-21 (или ДП-64, ДП-5В);

10) в убежище хранится необходимая документация – план убежища и правила эксплуатации систем и элементов убежища;

11) аварийная электростанция, если она имеется, размещается в отдельном изолированном помещении с тамбуром.

Каждое убежище обслуживается специальным формированием ГО (убежищ и укрытий). Его личный состав прибывает по сигналу и выставляет посты.

*Пост 1* выставляется у каждого входа. При заполнении убежища через него осуществляется пропуск людей. Он распределяет поток прибывающих, обеспечивая размещение детей, больных и престарелых. По сигналу «Закрыть убежище» постовые закрывают дверь и один из них постоянно находится у двери.

*Пост 2* – в аппаратной. Включает фильтровентиляционную аппаратуру (ФВА) и следит за работой всего оборудования, показаниями средств измерений. Выполняет команды по установлению режима вентиляции.

*Пост 3.* Специалист перед заполнением убежища включает освещение во всех помещениях, закрывает ставни лазов, регулирует заглушки вытяжной вентиляции, выполняет переключения по схеме воздухоснабжения убежища, а затем поддерживает порядок при размещении людей.

Количество и размещение убежищ, а также входов в них должны обеспечить своевременное укрытие наибольшей части работающей смены объекта экономики (ОЭ). Все входы оборудуются защитными и защитно-герметическими дверями с защитой от затекания зажигательных смесей и от воздействия ударной волны. Помещения для размещения людей должны иметь внутренние габариты, обеспечивающие пространство не менее 0,5 м<sup>2</sup> пола и 1,5 м<sup>3</sup> на одного человека.

Степень герметизации убежищ характеризуется избыточным давлением (подпором) воздуха внутри убежища: оно должно обеспечить не менее 10 мм вод. ст., а в пожароопасных местах – 30 мм вод. ст. и защиту людей от угарного газа. На всех воздухозаборах и воздуховыбросах устанавливаются противовзрывные устройства и клапаны избыточного давления.

Система вентиляции должна обеспечивать надежную работу в различных режимах:

*Режим 1* – «чистой вентиляции» – должен обеспечивать очистку от загрязнений (с помощью пылефильтров и предфильтров) и подавать в убежище не менее 7 м<sup>3</sup> воздуха в час на человека, удалять тепловыделения. Для защиты от заражений (ОВ, БС) надо использовать СИЗ.

*Режим 2* – «фильтровентиляции» – обеспечивает очистку воздуха от всех видов загрязнений, кроме угарного газа. Для защиты от угарного газа используют гопкалитовые фильтры. При этом в убежище подается не менее 2 м<sup>3</sup> воздуха на человека в час.

*Режим 3* – «режим полной изоляции» с регенерацией внутреннего воздуха и с использованием регенеративной установки (РУ 150/6, РУКТ). Могут быть использованы также регенеративные патроны РП-100 и кислородные баллоны. Углекислый газ поглощается в РП-100, а недостающий кислород подается из баллонов. На одного человека подается 25 л кислорода в час и поглощается 20 л углекислого газа в час.

*Коммуникации убежища окрашиваются:*

- 1) воздуховоды режима 1 – белым, режима 2 – желтым, режима 3 – красным цветом;
- 2) электропроводка прокладывается в черных трубах;
- 3) водопроводные трубы окрашиваются в зеленый цвет;
- 4) трубы отопления – в коричневый.

**Противорадиационные укрытия (ПРУ)** – это защитные сооружения ГО, обеспечивающие защиту от радиоактивного заражения в течение 2 суток. В зоне слабых разрушений конструкции ПРУ должны выдерживать избыточное давление воздушно-ударной волны до 0,2 кг/см<sup>2</sup> и воздействие падающих обломков зданий. ПРУ защищают также от светового излучения и капельно-жидких ОВ.

*ПРУ оборудуются:*

- 1) в приспособленных помещениях (подземных переходах, погребах);
- 2) в подвалах производственных, жилых и общественных зданий;
- 3) в первых этажах каменных строений.

Вместимость ПРУ определяется площадью приспособляемого помещения.

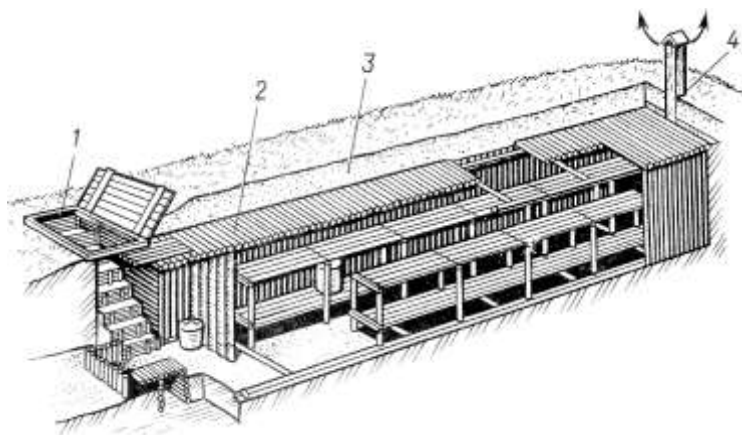


Рис. 2.2. Противорадиационное укрытие из тонких бревен или жердей:

- 1 – вход в укрытие; 2 – перекрытие из бревен;  
3 – грунтовая засыпка; 4 – вытяжная труба.

*Основными требованиями, предъявляемыми к ПРУ, являются:*

- ослабление радиоактивного излучения не менее чем в 20 раз;
- защита от попадания радиационной пыли внутрь укрытия;
- обеспечение условий непрерывного пребывания людей в укрытии не менее двух суток;
- размещение ПРУ вблизи мест жительства (работы) людей.

Способность ПРУ по защите от радиации определяется коэффициентом защиты, т.е. тем, во сколько раз уровень радиации на открытой местности выше, чем в ПРУ.

Противорадиационные укрытия в зоне слабых разрушений строят заблаговременно, а в загородной зоне – при угрозе нападения. Нормы расчета по вместимости и высоте помещений те же, что и для убежищ. Вход необходимо делать под углом  $90^\circ$  к тамбуру, чтобы предотвратить прямое распространение ударной волны по укрытию. Вентиляция ПРУ должна обеспечивать приток воздуха на 20% больше, чем выброс, – для создания в ПРУ избыточного давления. Воздухозаборные отверстия должны быть расположены на высоте более 3 м от поверхности земли и иметь козырьки. Отопление осуществляется от центральной системы, может быть электрическое или печное. Запас воды – не менее 6 л на человека. Должны быть санузел или выгребная яма с крышкой и вентиляционным выходным отверстием. Освещение, оповещение и связь – в соответствии с требованиями к убежищу.

### *Приспособление под ПРУ подвалов, различных сооружений*

Под ПРУ могут быть приспособлены различные сооружения и помещения зданий при условии, если их наружные конструкции обеспечивают необходимую кратность ослабления гамма-излучения. В этом случае проемы и отверстия должны быть заранее подготовлены для заделки при переводе помещения на режим укрытия.

В загородной зоне под ПРУ в первую очередь приспособляют подполья и подвалы жилых домов и зданий различных назначений, погреба и овощехранилища, хозяйственные и складские постройки, естественные пещеры, полости, горные выработки, а в отдельных случаях и силосные ямы.

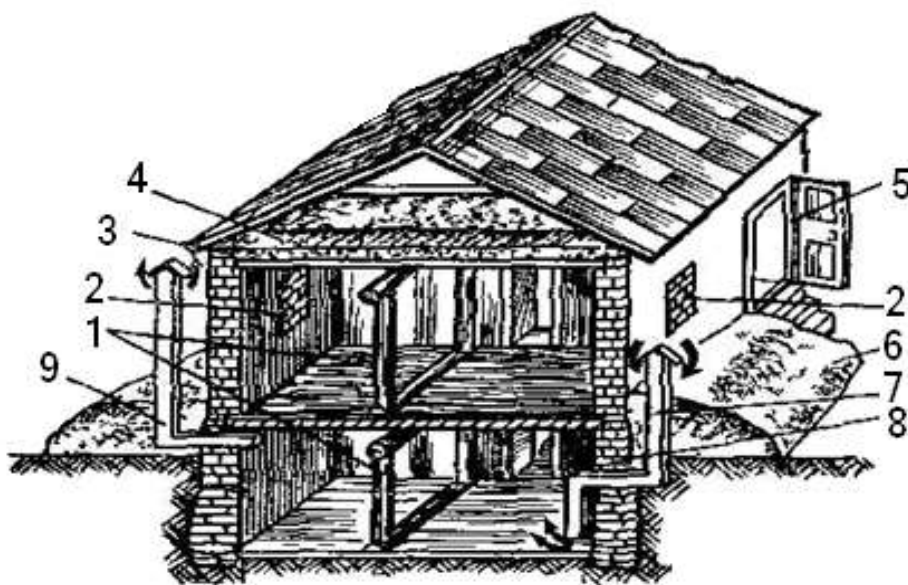


Рис. 2.3. Приспособление подвала каменного дома под укрытие:

- 1 – рамы усиления перекрытия; 2 – заполнение проема кирпичом;
- 3 – слой утеплителя; 4 – дополнительная грунтовая подсыпка 30-40 см;
- 5 – валики для уплотнения притвора двери; 6 – грунтовая обсыпка наружных стен;
- 7 – приточный короб с матерчатым фильтром и заслонкой;
- 8 – заполнение проема кирпичом; 9 – вытяжной короб с заслонкой.

Приспособление под ПРУ любого пригодного помещения сводится, в основном, к выполнению работ по повышению его защитных свойств, герметизации и устройству простейшей вентиляции. Защитные свойства повышаются увеличением толщины стен, перекрытий, дверей, заделкой окон и других элементов. Для этого снаружи вокруг стен, выступающих выше поверхности земли, устраивают грунтовую обсыпку, заделывают оконные и лишние дверные проемы, перекрытия засыпают грунтом. Для герметизации помещения тщательно заделывают все трещины, щели, отверстия в потолках, стенах, оконных проемах, дверях, в местах ввода отопительных и водопроводных труб. Двери обивают войлоком, рубероидом, линолеумом, другими плотными материалами, а их края пористой резиной.

*Погреб, приспособленный под укрытие.* Для усиления несущих конструкций перекрытий, которые могут не выдержать дополнительной нагрузки, необходимо ставить стойки с прогонами или рамы.

Вентиляция укрытия может осуществляться через приточные и вытяжные короба. Для создания тяги вытяжной короб укрытия должен быть установлен на 1,5-2 м выше приточного. Короба должны иметь сверху козырьки, а на выходах в помещения – плотно пригнанные заслонки. В приточном коробе устанавливается противопыльный фильтр в виде рамки с натянутой на нее марлей.

Погреб, сделанный из камня или самана, является почти готовым ПРУ. При необходимости его усиливают, укрепляя перекрытие, а затем на перекрытие насыпают грунт толщиной 60-70 см, устанавливают вытяжной короб, вешают у входной двери занавес из плотного материала, а для защиты от проникновения гамма и нейтронного излучения через дверь напротив входа на расстоянии 1,5 м устанавливают стенку из кирпича или самана толщиной 40-50 см и шириной вдвое больше ширины двери, высотой с дверь.

Каменный дом под ПРУ приспособляется следующим образом:

- устанавливают рамы усиления перекрытия;
- заполняют проемы кирпичом;
- насыпают слой утеплителя и 30-40 см грунта;
- делают валики для уплотнения дверей;
- обсыпают грунтом наружные стены;
- устанавливают приточный и вытяжной короба;
- заполняют проемы кирпичом вокруг короба.

В многоэтажных домах под ПРУ лучше всего использовать и приспособлять внутренние и подвальные помещения. Для этого в них заделывают оконные проемы, различные трещины и отверстия, подгоняют двери и обивают их плотным материалом, усиливают перекрытия и устраивают вентиляцию (используют вентиляционные каналы). Укрытие может размещаться по всей длине и площади подвала или в средней его части.

Объем работ и количество материалов в каждом конкретном случае будет зависеть от размеров помещения, особенностей построек (количество проемов, состояния строительных конструкций, защитных свойств материалов и т.д.).

Усиление защитных свойств учебных аудиторий, и других помещений от проникновения радиоактивной пыли и сильно действующих ядовитых веществ (при отсутствии укрытий) осуществляется методом герметизации помещений. Для этого плотно закрывают окна, форточки, фрамуги, заклеивают все щели в окнах имеющимися подручными средствами (бумагой, клейкой лентой, лейкопластырем и т.д.), закрывают и уплотняют



двери, затыкают все щели, через которые может проникнуть пыль или АХОВ, закрывают приточную вентиляцию и т.д.

**Быстровозводимые убежища** строятся при угрозе нападения или в военное время. Строительство БВУ или приспособление для этой цели заранее запланированных помещений производится по имеющимся проектам из заготовленных впрок или подручных материалов. На строительство БВУ отводится до 2 месяцев с приостановкой любого другого строительства. БВУ должны иметь те же помещения и оборудование, что и убежища, построенные в мирное время. При этом ФВА, предфильтры, противовзрывные устройства, входы, электроручные вентиляторы и санитарные узлы могут быть изготовлены из подручных материалов или в упрощенном виде, но должны обеспечивать требуемую надежность.

БВУ обеспечивают работу вентиляции в режиме 1 или 2. Фильтры могут быть выполнены из гравия, песка, мешковины. В качестве приводов системы вентиляции можно приспособить кузнечные меха, цепной привод от велосипеда. При строительстве БВУ применяют серийные блоки, трубы большого диаметра, специальные сборные элементы, заготовленные заранее.

**Простейшие укрытия** обеспечивают массовую защиту населения от воздействия УВВ, обломков строений, светового излучения. Они ослабляют воздействие проникающей радиации. Для защиты от отравляющих веществ применяются СИЗ. Примерами простейших укрытий могут быть щель, траншея, разного рода землянки, приспособленные подвалы. Простейшее укрытие должно иметь перекрытие и быть готово к заполнению людьми через 24 ч.

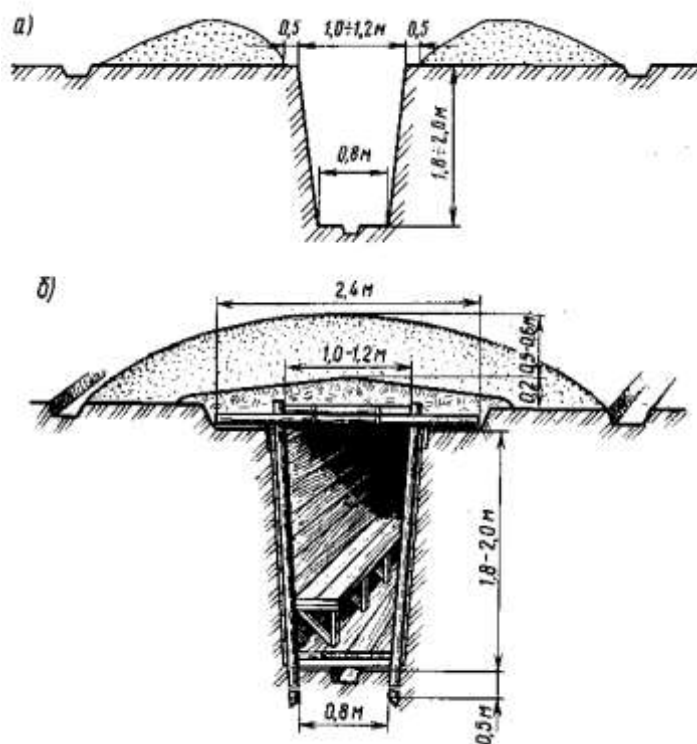


Рис. 2.4. Открытая щель (а), перекрытая щель (б).

## 2.4.2. Проведение эвакуационных мероприятий

Рассредоточение и эвакуация населения – один из способов его защиты от поражающих факторов при ЧС.

*Рассредоточение* – это организованный вывоз (вывод) и размещение в загородной зоне персонала объекта экономики, свободного от работы, а также персонала, обеспечивающего жизнедеятельность города (работников коммунального хозяйства). Рассредотачиваемые постоянно приезжают на свои рабочие места, а по окончании работы – возвращаются в загородную зону. Время на дорогу в город и обратно не должно превышать 2 ч.

*Эвакуация* – это организованный вывод (вывоз) из города и размещение в загородной зоне персонала объекта экономики, прекращающего работу в городе, а также остального населения. Эвакуированные постоянно проживают в загородной зоне до особого разрешения.

Рассредоточение рабочих, служащих и членов их семей осуществляется по территориально-производственному принципу комбинированным способом, т.е. всеми видами транспорта или пешком в минимальные сроки (в течение 24 ч с момента получения сигнала). Должны быть обеспечены движение колонн и транспорта, питание, медицинское обслуживание, защита.

Население эвакуируют по территориальному принципу, т.е. по месту жительства через жилищно-эксплуатационные органы. Транспортom вывозятся рассредотачиваемые и формирования ГО, больные, престарелые, инвалиды, женщины с детьми до 10 лет. Остальное население может выводиться пешком до пункта промежуточной эвакуации. Выполнение эвакуационных мероприятий во много раз уменьшит плотность населения города, что резко снизит потери. Кроме того, на оставшееся население должно быть достаточное количество мест в защитных сооружениях ГО.

Эвакуация организуется через **сборные эвакуационные пункты**, которые размещаются в общественных зданиях (школах, клубах, театрах). Сборный эвакуопункт обеспечивает сбор, регистрацию и отправку населения на станции посадки или на исходные пункты формирования пеших колонн. В районе расположения сборного эвакуопункта должны быть защитные сооружения и другие учреждения обеспечения жизнедеятельности. Каждому сборному эвакуопункту присваивается номер.

Об эвакуации население оповещается через объекты экономики, милицию, жилищно-эксплуатационные органы, сеть радио– и телевидения. По этому сигналу люди, взяв с собой документы, деньги, необходимые вещи, медикаменты, запас продуктов и воды, прибывают на сборный эвакуопункт.

При планировании эвакуационных мероприятий необходимо отработать вопросы обеспечения жизнедеятельности населения.

**Транспортное обеспечение** заключается в организации вывоза людей и материальных ценностей, перевозки рабочих смен из районов рассредоточения на объекты экономики и обратно.

**Медицинское обеспечение** планируется осуществлять через действующую сеть больниц, поликлиник и медпунктов сельской местности, усиленную за счет вывозимых из города лечебных учреждений и медперсонала. Из-за значительной миграции населения надо быть готовыми к появлению очага бактериологического поражения. В этих условиях значительно возрастет роль оказания медпомощи на дому. На сборных, приемных, промежуточных пунктах эвакуации, станциях посадки, пересадки и высадки усиливаются существующие или развертываются дополнительные (новые) медпункты. Для оказания медицинской помощи в пути на каждый эшелон (колонну) выделяются медработники с необходимым оборудованием, а на некоторые маршруты – санитарные машины с подвижной бригадой медпомощи.

**Противорадиационное и противохимическое обеспечение** предусматривает организацию разведки, обеспечение населения индивидуальной и медицинской защитой, подготовку средств специальной обработки и обеззараживания, строительство защитных сооружений ГО, приспособление существующих помещений для защиты людей, доведение до населения режимов радиационной защиты, правил пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты, организацию контроля радиоактивного облучения.

**Организация питания, обеспечение водой и предметами первой необходимости** осуществляются через соответствующие службы сельских районов (торговли, бытового обслуживания, общественного питания), усиленные за счет эвакуированных. На маршрутах в холодное время организуются пункты обогрева и снабжения водой из закрытых источников. Первые двое суток люди могут питаться взятыми с собой запасами.

Успешное проведение рассредоточения и эвакуации населения в огромной степени зависит от морально-психологического состояния населения, что достигается проведением целеустремленной и кропотливой работы соответствующими инстанциями.

### **2.4.3. Применение средств индивидуальной защиты**

#### **Средства индивидуальной защиты органов дыхания**

Средства индивидуальной защиты органов дыхания предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия отравляющих, радиоактивных веществ, АХОВ, бактериальных средств. К ним относятся:

- 1) противогазы фильтрующие и изолирующие;
- 2) камеры защитные детские;
- 3) респираторы;
- 4) простейшие средства.

**Противогаз** является наиболее надежным и универсальным средством защиты органов дыхания. Его универсальность заключается в том, что он одновременно защищает и органы дыхания, и лицо, и глаза от

радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. Его появление связано с появлением и применением химического оружия массового поражения.

**Изолирующие противогазы и дыхательные аппараты** используются при проведении аварийно-спасательных работ в агрессивных средах с высокими концентрациями АХОВ, при недостатке или отсутствии в воздухе кислорода, а также при работе под водой. На вооружении ГО имеются следующие изолирующие противогазы: ИП-4, ИП-4м, ИП-4мк, ИП-5. Принцип действия данных противогазов основан на использовании регенеративного патрона. Регенеративный патрон служит для поглощения паров воды и углекислого газа из выдыхаемого человеком воздуха и подачи во вдыхаемый воздух кислорода, необходимого для дыхания. В качестве регенерирующих препаратов наибольшее применение имеют соединения надперекиси натрия и калия. Все надперекисные соединения характеризуются наличием активного кислорода, которые выделяются в молекулярном виде при реакции взаимодействия надперекиси с водой и углекислым газом. Недостатком изолирующих противогазов данного типа является ограниченность по времени пребывания в них (время действия регенеративного патрона), в зависимости от физической нагрузки – от 30 минут до 3 часов.

В настоящее время широко используются изолирующие противогазы и дыхательные аппараты, работающие на сжатом кислороде (КИП-8, КИП-9) и сжатом воздухе (АП-96, АП-98-7к, АП-2000, ИВА-24м, АСВ-2, АВХ-324НТ и др.). В указанных изолирующих противогазах и дыхательных аппаратах можно пребывать в условиях заражения окружающего воздуха самыми высокими концентрациями химически опасных веществ.

Изолирующие противогазы являются средствами многократного использования (после отработки регенеративных патронов или баллонов они заменяются новыми).

К изолирующим средствам защиты органов дыхания относятся также шланговые противогазы, которые обеспечивают органы дыхания чистым воздухом с помощью вентиляторов или компрессоров через соединительные шланги. Они используются в основном при работах в замкнутых пространствах с высокими концентрациями АХОВ (различные емкости, цистерны, подвальные и другие помещения).

**Фильтрующие противогазы** представляют собой наиболее универсальное средство защиты органов дыхания, так как они обеспечивают высокую степень очистки воздуха от вредных примесей, как в виде аэрозолей, так и паров (газов).

Принцип действия фильтрующих противогазов основан на том, что для дыхания используется наружный воздух, который очищается от вредных примесей проходя через фильтрующе-поглощающую коробку. В шлем-маску (маску) противогаза поступает уже очищенный воздух.

*Устройство фильтрующего противогаза ГП-5*

Противогаз ГП-5 (рис. 2.5) является основным противогазом, стоящим на вооружении ГО. Он характеризуется как гражданский, фильтрующий, коробочный противогаз. Предназначен для использования старшими школьниками и взрослыми людьми.

Он является универсальным средством защиты органов дыхания, так как одновременно защищает и органы дыхания, и лицо и глаза от радиоактивных, отравляющих, некоторых аварийно химических опасных веществ и бактериальных (биологических) средств.

Противогаз ГП-5 состоит из двух частей:

- лицевой части: маска ШМ-62;
- фильтро-поглощающей коробки (ФПК) малого габарита ГП-5.

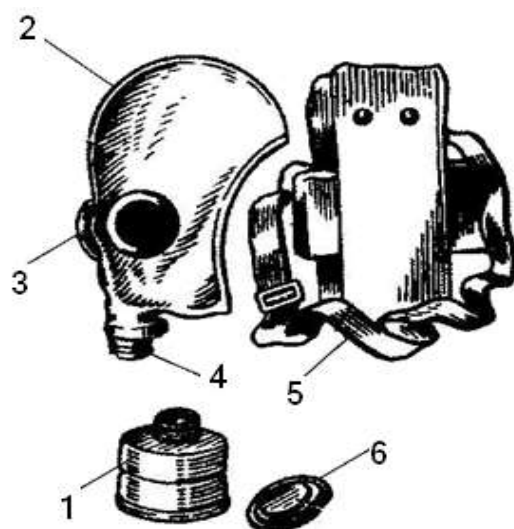


Рис. 2.5. Противогаз ГП-5:

- 1 – фильтрующе-поглощающая коробка;
- 2 – лицевая часть;
- 3 – очковое устройство;
- 4 – клапан вдоха и соединение с фильтрующе-поглощающей коробкой;
- 5 – сумка для переноски;
- 6 – коробка с незапотевающими пленками.

В комплект противогаза входят сумка и коробка с незапотевающими пленками или специальный карандаш против запотевания стекол.

*Лицевая часть* служит для изоляции органов дыхания, глаз и лица от контактов с окружающей средой. Она состоит из:

- резиновой шлем-маски ШМ-62у;
- очкового узла, состоящего из смотрового стекла, внутренней и внешней обойм, которыми стекла крепятся в корпусе шлем-маски, и прижимного кольца для крепления незапотевающей пленки;

- обтекателей, предназначенных для подвода вдыхаемого воздуха непосредственно к стеклам очкового узла, благодаря чему снижается их запотеваемость;

- клапанной коробки, которая служит для распределения потока вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Внутри ее имеется один клапан вдоха и два клапана выдоха - основной и дополнительный.

*Фильтрующе-поглощающая коробка (ФПК)* предназначена для очистки вдыхаемого воздуха от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. В металлическом корпусе коробки помещены специальные поглотители и противодымный фильтр. При вдохе воздух, поступающий в коробку, проходит сначала через фильтр, на котором остаются частицы пыли, дыма, тумана, а затем через поглотители, где задерживаются пары ОВ.

Фильтро-поглощающая коробка состоит из следующих частей:

- противоаэрозольный фильтр, который задерживает биологические аэрозоли, радиоактивную пыль и вредные аэрозоли (пыль, дым, туманы);

- шихта – активированный уголь – поглощает ОВ, АХОВ и другие вредные вещества;

- бумага тампонная задерживает угольную пыль шихты;

- сетки верхняя и нижняя удерживают шихту;

- экран распределяет воздушный поток.

**Сумка** предназначена для размещения в ней противогаза и для его переноски. Сумка может использоваться также как дополнительный фильтр, если ее завязать на ФПК тесьмой, повысить защитные свойства при этом можно смачиванием сумки водой.

Маски ШМ-62у противогазов ГП-5 выпускаются пяти размеров:

Размер	0	1	2	3	4
Вертикальный охват головы	до 63 см	от 63,5 до 65,5 см	от 66 до 68 см	от 68,5 до 70,5	свыше 71

Вертикальный охват головы определяется с помощью сантиметровой ленты путем вертикального измерения размера головы. Сантиметровую ленту проводят от кончика подбородка через темечко и заканчивают на кончике подбородка. По показаниям и определяют размер противогаза.

Для надевания противогаза необходимо задержать дыхание, закрыть глаза, снять головной убор, вынуть шлем-маску и взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы были снаружи, а остальные внутри. Затем следует приложить нижнюю часть шлем-маски под подбородок и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так чтобы не было складок, а очковый узел пришелся против глаз. После этого сделать полный выдох, открыть глаза и возобновить дыхание. Затем можно надеть головной убор и закрепить противогазную сумку на боку.

**Респираторы.** Для защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли применяют респираторы. По своей сути они представляют собой индивидуальные средства защиты органов дыхания от вредных веществ, содержащихся в воздухе. Они широко применяются на рудниках,

шахтах, на химических и металлургических предприятиях, атомных электростанциях, при работе с удобрениями и ядохимикатами в сельском хозяйстве. Респираторы классифицируются по назначению, устройству и сроку службы.

**По назначению** респираторы подразделяются на противопылевые, противогазовые и газопылезащитные.

**По устройству** респираторы делятся на два типа:

- респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат лицевой частью;
- респираторы, очищающие вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.

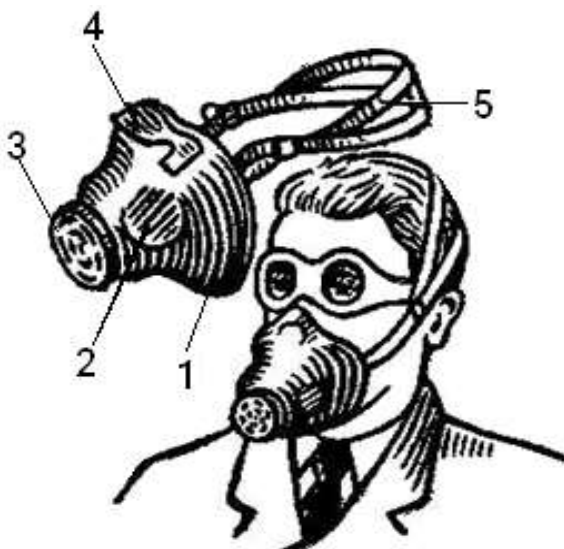


Рис. 2.6. Респиратор Р-2 (У-2К)

- 1 – полумаска,
- 2 – клапан вдоха,
- 3 – клапан выдоха,
- 4 – носовой зажим,
- 5 – оголовье.

**По срокам службы** респираторы подразделяются на респираторы одноразового и многоразового использования (в них предусмотрена замена фильтров).

Тип респиратора выбирают в зависимости от характеристик вредных веществ и их предельно допустимой концентрации в воздухе.

#### **Простейшие средства защиты органов дыхания**

Простейшие средства изготавливаются самим населением. К ним относятся противопыльная тканевая маска ПТМ-1 и ватно-марлевая повязка. Они могут быть использованы населением так же, как и противопылевые респираторы. Они вполне надежно защищают органы дыхания от радиоактивной пыли, вредных аэрозолей и бактериальных средств.

**Маска ПТМ-1** состоит из двух основных частей – корпуса и крепления (рис. 2.7, а). В корпусе прорезаны смотровые отверстия, в которые вставляются стекла или пластины из прозрачного материала (плексигласа,

целлулоида). Корпус маски изготавливается из четырех-пяти слоев ткани: два-три слоя – из плотных тканей (фланель, байка), верхний – из неплотной – (штапель, трикотаж). Крепление делается из одного слоя любой ткани.

**Ватно-марлевая повязка** (рис. 2.7, б) изготавливается следующим образом:

- кусок марли размером 100 на 50 см;
- на его середину положить ровный слой ваты размером 30 на 20 см и толщиной примерно 2 см;
- марлю с обеих сторон загнуть, закрывая ею вату;
- свободные от ваты концы марли надрезать посередине ножницами так, чтобы образовались две пары завязок, длиной 30-35 см.

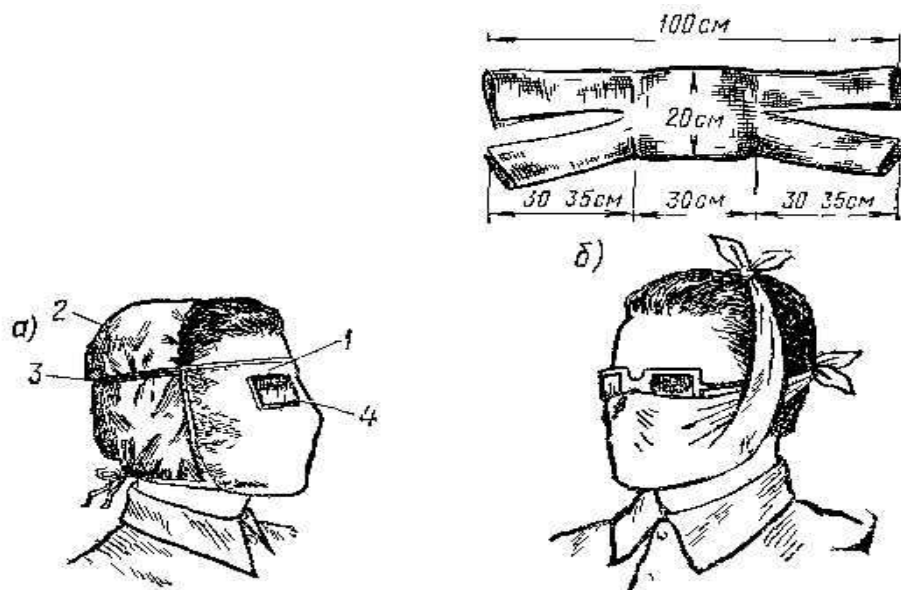


Рис. 2.7. Простейшие средства защиты органов дыхания  
а – противопыльная тканевая маска ПТМ-1: 1 – корпус,  
2 – крепление, 3 – резинка для крепления маски, 4 – очки,  
б – ватно-марлевая повязка.

Если есть марля, но нет ваты, можно изготовить марлевую повязку. Для этого вместо ваты на средину куска укладывают пять-шесть слоев марли. Ватно-марлевая повязка при использовании накладывается так, чтобы нижний край ее закрывал низ подбородка, а верхний доходил до глазных впадин. При этом хорошо должны закрываться рот и нос. Разрезанные концы повязки завязываются сначала верхние – на затылке за ушами, затем нижние – на темени.

В экстренных случаях при отсутствии противопыльной маски и ватно-марлевой повязки можно использовать подручные средства: любую ткань, сложенную в несколько слоев, одежду, полотенце, шарф и т.п.

Необходимо знать, что при защите от радиоактивной пыли и бактериальных средств простейшие средства используются в сухом виде, а в условиях химического заражения при преодолении зараженных участков – во влажном состоянии, смочив их водой или специальным раствором,



например, при заражении территории АХОВ кислотного характера (хлор и др.) – 5-10% раствором пищевой соды, а при АХОВ щелочного характера (аммиак и др.) – 2% раствором лимонной или уксусной кислоты.

### **Средства индивидуальной защиты кожи**

Радиоактивные, отравляющие вещества и бактериальные средства способны проникнуть в организм человека не только через органы дыхания, но и через кожу. Поэтому при опасности радиационного, химического, бактериологического заражения, при авариях и стихийных бедствиях с выбросом АХОВ необходимо защитить не только органы дыхания, но и все тело человека и кожные покровы. Для этого используются индивидуальные средства защиты кожи.

К средствам защиты кожи относятся специальная одежда, изготавливаемая из специальных материалов (прорезиненных тканей, грубого сукна, брезента, полиэтиленовых и других влаго- и пыленепроницаемых материалов) и защищающих кожные покровы от отравляющих, радиоактивных веществ, бактериальных средств и АХОВ.

Средства защиты кожи классифицируются по назначению, принципу использования и принципу действия.

**По назначению** средства защиты кожи (СЗК) подразделяются на табельные и подручные. Табельные надежно защищают кожные покровы от газов, паров, аэрозолей и капельно-жидких ОВ, ОХВ, РВ и БС. Полностью защищают от воздействия альфа-частиц, значительно ослабляют воздействие бета-излучение. Табельные СЗК можно разделить на:

- общевойсковые (ОЗК; импрегнированное, т.е. пропитанное специальным составом, задерживающим или нейтрализующим пары ОВ или АХОВ составом, обмундирование и комплект защитных средств), которыми обеспечиваются воинские подразделения;

- специальные (легкий защитный костюм Л-1, аварийный изолирующий костюм), предназначенный для аварийно-спасательных формирований;

Подручные СЗК, к которым относятся обычная одежда и обувь, применяются населением при отсутствии табельных средств.

**По принципу использования** СЗК подразделяются на средства постоянного ношения (общевойсковой комплект защитных средств и импрегнированное обмундирование), средства периодического ношения, в том числе однократного и многократного использования (легкий защитный костюм, общевойсковой защитный комплект, комплект химический и др.)

**По принципу защитного действия** СЗК делятся на изолирующие и фильтрующие. Изолирующие СЗК предназначены для защиты кожи от РВ, БС и от вредных веществ находящихся в жидкой фазе (аэрозоли, капли). Они изготавливаются из воздухонепроницаемых прорезиненных тканей или полимерных материалов, обычно специальной эластичной и морозостойкой ткани. Они могут быть герметичными и негерметичными. Герметичные средства защиты закрывают тело и защищают от паров и капель ОВ, негерметичные – только от капель ОВ. К изолирующим средствам защиты

кожи относятся защитные комбинезон и костюм, общевойсковой защитный комплект и легкий защитный костюм. Все перечисленные СЗК применяются при выполнении дегазационных, дезактивационных и дезинфекционных работ в очагах поражения и в зонах заражения, т.е. в тех случаях, когда человек встречается с большими плотностями заражения. Наиболее распространенным СЗК изолирующего типа является *общевойсковой защитный комплект (ОЗК)*.

ОЗК (рис. 2.8.) предназначен для защиты кожных покровов человека, обмундирования, снаряжения и индивидуального оружия от РВ, ОВ, БС и АХОВ. При заблаговременном надевании ОЗК повышает уровень защищенности кожных покровов от огнесмесей и открытого пламени, а также ослабляет разрушающее действие термических факторов на расположенные под ним предметы экипировки. ОЗК является средством защиты периодического ношения. При заражении РВ, ОВ и БС ОЗК подвергают специальной обработке и используют многократно.

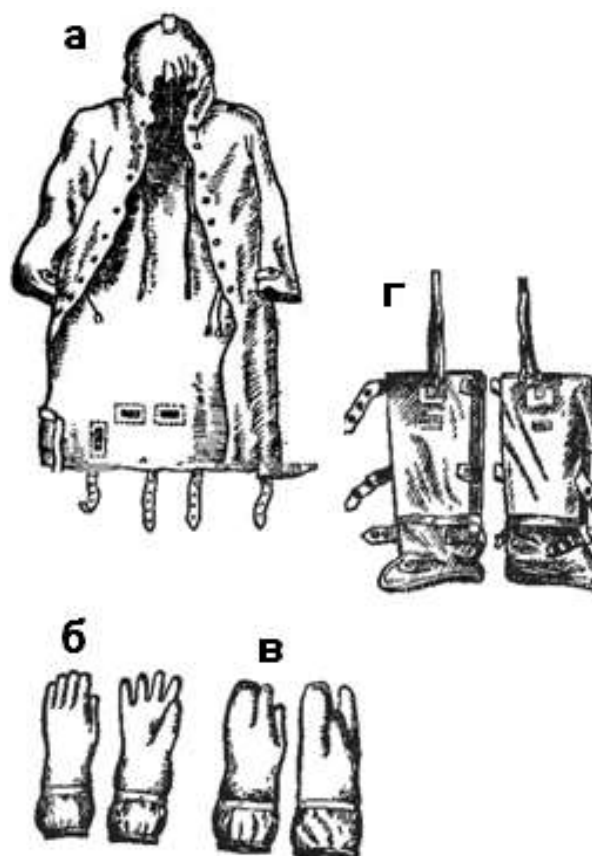


Рис. 2.8. Общевойсковой защитный комплект (ОЗК):  
а – защитный плащ ОП-1,  
б – защитные перчатки резиновые с обтюраторами из импрегнированной ткани, летние пятипалые,  
в – защитные перчатки резиновые зимние двупалые,  
г – защитные чулки из прорезиненной ткани.

Защитный плащ изготавливается из специальной ткани и может быть использован в виде накидки, надетым в рукава и в виде комбинезона (рис. 2.9.). В виде накидки его применяют при защите от выпадающих из зараженного облака РВ, капельно-жидких ОВ (АХОВ) и БС. Когда ОЗК используют при ликвидации последствий аварии на местности, зараженной РВ и БС, а также при выполнении работ по обеззараживанию техники, транспорта, технологического оборудования, плащ надевают в рукава. При действиях в районах, очагах и на участках, зараженных ОВ (АХОВ), при сильном пылеобразовании на участках, зараженных РВ и БС, комплект применяют в виде комбинезона.

Подбор защитных плащей производят по росту: первый рост (размер) — при росте до 166 см; второй — от 166 до 172 см; третий — от 172 до 178 см; четвертый — от 178 и 184 см и выше.

Подбор защитных чулок производят по размеру обуви: первый рост (размер) — для обуви до 40-го размера; второй рост — от 40-го до 42-го размера; третий рост — для 43-го размера и больше.

Существуют два норматива по надеванию ОЗК (рис.2.9.): в виде накидки (а) и в виде комбинезона (в).

Время выполнения первого норматива:

«отлично» — 40 с; «хорошо» — 45 с; «удовлетворительно» — 55 с.

Время выполнения второго норматива:

«отлично» — 3 мин 30 с; «хорошо» — 4 мин;

«удовлетворительно» — 4 мин 30 с.



Рис. 2.9. Способы использования общевойскового защитного комплекта

**Подручные средства защиты кожи.** Специальными средствами защиты кожи обеспечиваются невоенизированные формирования, обеспечивающие спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения.

Население для защиты кожных покровов от РВ, ОВ, АХОВ и БС использует подручные средства. При подборе подручных средств необходимо придерживаться двух правил. Первое – они должны максимально закрывать кожные покровы и второе – должны быть из плотных, а лучше из водоотталкивающих материалов.

В качестве простейших СЗК может быть использована производственная спецодежда – куртки и брюки, комбинезоны, халаты с капюшонами, сшитые в большинстве случаев из грубого сукна, брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани. Она не только защищает от попадания на кожу людей РВ и БС, но и не пропускает в течение некоторого времени капельно-жидких веществ.

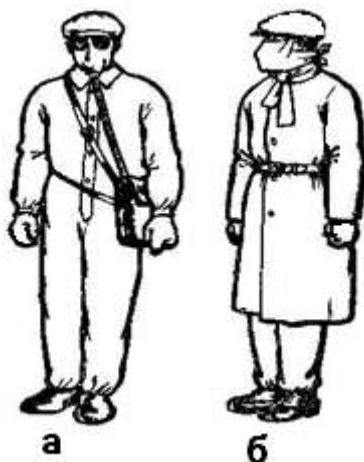


Рис. 2.10. Подручные средства защиты кожи

В домашних условиях при угрозе поражения РВ, ОВ и БС в качестве подручных средств используются производственная, спортивная (лыжный костюм), повседневная одежда и обувь. Защитные свойства используемой одежды можно усилить, пропитав их мыльным или мыльно-масляным растворами.

Для приготовления мыльного раствора берут 2 литра теплой воды и 0,5 кг стирального порошка. Путем помешивания изготавливается мыльная эмульсия, в которую помещают одежду. После пропитки одежду слегка отжимают и просушивают.

Для приготовления мыльно-масляного раствора в двух литрах горячей воды растворяют 250-300 грамм измельченного хозяйственного мыла и добавляют 0,5 л растительного или минерального масла.

Если защитных свойств костюма окажется недостаточно, поверх него надевают плащи или накидки из непромокаемых материалов. Можно использовать также зимние вещи: пальто из грубого сукна или драпа, ватники, дубленки, кожаные пальто.

Для защиты рук и ног используют рукавицы, перчатки, резиновые сапоги, галоши, валенки и др.

**Медицинские средства индивидуальной защиты (средства медицинской профилактики)** – это химические, химиотерапевтические, биологические препараты и перевязочные средства, предназначенные для предотвращения или ослабления воздействия на человека поражающих факторов современных средств поражения. Их своевременное и правильное применение может спасти человеку жизнь или значительно уменьшить степень тяжести поражения. Они используются либо в качестве самопомощи, либо в порядке оказания взаимопомощи.

При угрозе радиационного, химического или биологического заражения медицинские средства защиты будут выдаваться в специальных организованных пунктах выдачи СИЗ.

К медицинским СИЗ относятся:

- аптечка индивидуальная АИ-2;
- индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8 и др.);
- индивидуальный перевязочный пакет (ИПП);
- профилактический антидот П-10М.

**Аптечка индивидуальная АИ-2** (рис.2.11) предназначена для оказания само- и взаимопомощи при ранениях и ожогах (для снятия боли), для ослабления поражения от РВ, ОВ или АХОВ, а также для предупреждения инфекционных заболеваний.

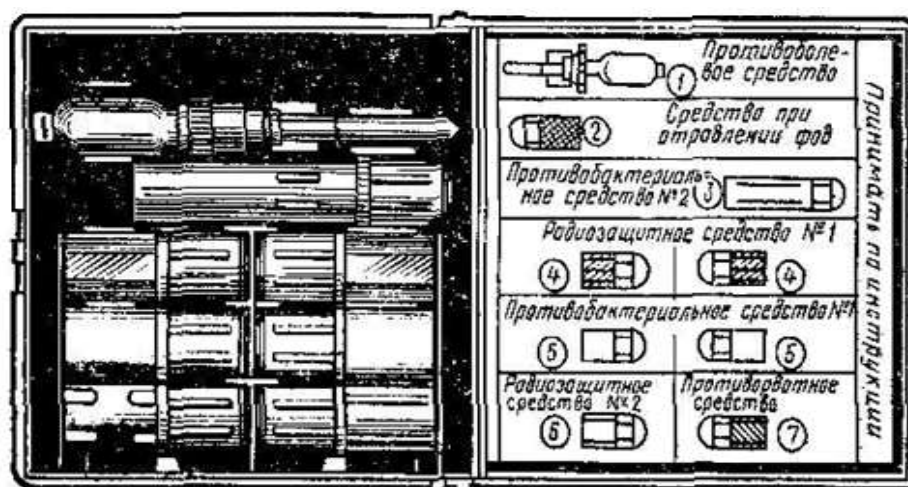


Рис. 2.11. Аптечка индивидуальная АИ-2

Входящие в состав аптечки средства размещаются в пластмассовом футляре. Содержимое аптечки составляют шприц-тюбик и пеналы разной окраски с лекарствами.

В холодное время года аптечку носят во внутреннем кармане одежды для предупреждения замерзания.

**В состав аптечки АИ-2 входят:**

- гнездо 1 (противоболевое средство) – шприц-тюбик с 2% раствором промидола (или морфина) – сильное болеутоляющее средство, которое вводится внутримышечно при ранах, ожогах и тяжелых травмах.
- гнездо 2 (средство против фосфороорганических веществ) – тарен – антидот против фосфороорганических отравляющих веществ, к которым

относятся зарин, зоман и газы VX. В пенале красного цвета 6 таблеток. Принимают 1 таблетку под язык, затем надевают противогаз. Это профилактическое мероприятие при объявлении химической опасности с применением ОВ типа ФОВ или необходимости нахождения на территориях, зараженных ФОВ. При появлении и нарастании признаков отравления (миоз глаз, ухудшение зрения, одышка) через 6 часов необходимо принять еще одну таблетку.

- *гнездо 3 (противобактериальное средство № 2)* – пенал с 15 таблетками сульфадиметоксина. Принимают при желудочно-кишечных расстройствах, вызванных внешним радиоактивным излучением или действием бактериальных средств 7 таблеток за один прием в первые сутки и по 4 таблетки в последующие двое суток.

- *гнездо 4 (радиозащитное средство № 1)* – два пенала розового цвета с шестью таблетками цистамина каждый. Радиопротектор быстрого действия. Применяется как профилактическое средство, усиливающие защитные действия самого организма человека. Принимают 6 таблеток за один прием за 30-60 минут до ожидаемого облучения. Радиозащитный эффект наступает через 40-60 минут и сохраняется в течение 4-6 часов. Повторный прием возможен через шесть часов в той же дозе в случае нахождения на территории, зараженной радиоактивными веществами.

- *гнездо 5 (противобактериальное средство № 1)* – два пенала с пятью таблетками тетрациклина каждый. Тетрациклин – антибиотик широкого спектра действия. Принимают при угрозе или заражении бактериальными средствами, а также при тяжелых ранах и ожогах в качестве антисептика для предупреждения заражения сначала содержимое одного пенала – 5 таблеток за один прием и затем через 6 часов содержимое второго пенала (5 таблеток).

- *гнездо 6 (радиозащитное средство № 2)* – пенал с 10 таблетками йодида калия. Используется для защиты щитовидной железы от радиоактивного йода. Применяется при нахождении на радиоактивно зараженной местности и при подозрении на употребление зараженных радиоактивными веществами продуктов питания, воды и т.п. за 30-40 минут до предполагаемого облучения в дозе по 1 таблетке ежедневно в течение 7-10 дней, или до исчезновения угрозы поступления в организм радиоактивных изотопов йода.

- *гнездо 7 (противорвотное средство)* – пенал с 5 таблетками этаперазина или аэрона. Принимают по одной таблетке сразу после облучения с целью предупреждения рвоты, а также при ушибах головы, сотрясениях мозга и контузиях, если появляется тошнота. Действие продолжается 4-5 часов после приема. При продолжающейся тошноте и рвоте нужно выпивать по одной таблетке через каждые 4 часа.

Использование препаратов аптечки АИ-2 в указанных дозах рассчитаны для взрослых. Для детей до 8 лет необходимо давать 1/4 дозы взрослого, а от 8 до 15 лет – 1/2 дозы.

В целях повышения эффективности медицинской защиты населения планируется в состав аптечки АИ-2 включить более современные

медикаменты. Вместо тетрациклина – диксициклин, вместо этаперизина – препарат диметкарб.

В индивидуальной аптечке нет средств общеуспокаивающего действия и ослабляющих чувство страха. В ЧС, как показала практика, эти средства необходимы. Поэтому можно рекомендовать населению в этих целях дополнительно к содержимому аптечки АИ-2 использовать транквилизаторы (типа элениума, сибазона, фенозепама).

**Индивидуальные противохимические пакеты** предназначены для обеззараживания капельно-жидких ОВ и фосфорорганических АХОВ, попавших на тело и одежду человека, средств индивидуальной защиты и инструмент. В настоящее время есть различные модификации индивидуальных противохимических пакетов на основе как жидких, так и порошковых дегазирующих рецептур. На вооружении ГО имеются следующие виды индивидуальных противохимических пакетов: ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10, ИПП-11.

**Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8** состоит из плоского стеклянного флакона с навинчивающейся пробкой, заполненного полидегазирующим раствором, четырех ватно-марлевых тампонов и инструкции, вложенных в полиэтиленовый герметичный пакет. При пользовании пакетом нужно вскрыть его оболочку, отвинтить пробку флакона и его содержимым обильно смочить тампон. Тщательно протереть им открытые участки шеи и кисти рук, протереть наружную поверхность шлем-маски противогаза. Затем снова смочить тампон и обработать края воротника и манжеты рукавов, прилегающих к коже. Следует также обработать те участки одежды и обуви, где видны капли ОВ. При обработке кожи может ощущаться жжение, но оно быстро исчезает и не влияет на самочувствие. Однако нужно помнить, что жидкость пакета ядовита и опасна для глаз, поэтому кожу вокруг глаз следует обтереть сухим тампоном и промыть чистой водой или 2-% раствором соды. Жидкость флакона не обладает дезинфицирующим свойством.

**ИПП-9** представляет собой алюминиевый сосуд цилиндрической формы с завинчивающейся крышкой. Во флакон вставлен пробойник, на верхней части которого имеется поролоновая губка. Для увлажнения губки нужно утопить пробойник до упора, вскрыв и повернув сосуд, два-три раза его встряхнуть. Смоченной губкой протереть кожу лица, кистей рук, зараженные участки одежды. После этого вытянуть пробойник из сосуда и навинтить крышку.

**ИПП-10** – алюминиевый баллон цилиндрической формы, заполненный полидегазирующей профилактической защитной рецептурой на основе ланглика. На баллон надета крышка-насадка с упорами, которая крепится на ремешке. Внутри крышки имеется пробойник. При пользовании нужно повертывая крышку, сдвинуть ее с упоров и ударом по ней вскрыть сосуд; снять крышку и налить на ладонь 10-15 мл жидкости; обработать ею лицо и шею спереди. Затем надо налить еще 10-15 мл жидкости и обработать кисти рук и шею сзади. После этого закрыть пакет крышкой и хранить его для

повторной обработки. Обработка кожных покровов производится за 30-40 мин до входа в очаг химического заражения. При попадании на кожу и одежду ОВ или АХОВ обработка производится немедленно. Жидкость обладает дезинфицирующим действием и дает защитный эффект на 12-24 часа за счет создания в толще кожи защитной пленки.

**ИПП-11** является наиболее удобным и простым в применении индивидуальным противохимическим пакетом. Он предназначен для профилактики поражений при заражении любыми известными ОВ открытых участков кожи. ИПП-11 представляет собой пластиковый одноразовый пакет (36 г), в который запаян тампон, пропитанный специальным раствором. Преимуществами ИПП-11 являются:

- быстрота и значительная площадь обработки кожного покрова;
- удобство обработки лица под лицевой частью противогаза;
- эффективная защита до 6 часов;
- бактерицидность;
- заживление мелких ран и порезов;
- лечение термических и химических порезов.

При отсутствии противохимических пакетов участки тела и одежды можно обработать водой с мылом, используя тампоны из бумаги, ветоши или же носовой платок. Лучше это сделать тогда, когда с момента попадания капель на тело и одежду прошло не более 10 мин.

В качестве дегазирующей жидкости можно использовать раствор, приготовленный из одного литра 3%-ной перекиси водорода и 150 г силикатного клея, которые смешиваются непосредственно перед использованием.

Обработка открытых участков тела, произведенная с помощью индивидуального противохимического пакета в первые минуты заражения, предупреждает поражение кожи и проникновение ОВ в кровь. Обработка, проведенная в более поздние сроки, может снизить, но не предотвратить развитие поражения. В этих случаях после обработки необходимо ввести антитокс.

**Антидот П-10М** используется в качестве профилактического средства при угрозе отравления фосфорорганическими веществами. Применяется внутрь по 2 таблетки на прием. Защитный эффект наступает через 30 мин. Продолжительность действия 24 часа. Повторное применение препарата не ранее чем через 48 часов.

**Пакет перевязочный индивидуальный** применяется для наложения повязки на раны и ожоговую поверхность. Он содержит обеззараженный перевязочный материал, который заключен в две оболочки: наружную из прорезиненной ткани, с напечатанным на ней способом вскрытия и употребления, и внутреннюю – из бумаги. В складке внутренней оболочки имеется безопасная булавка.



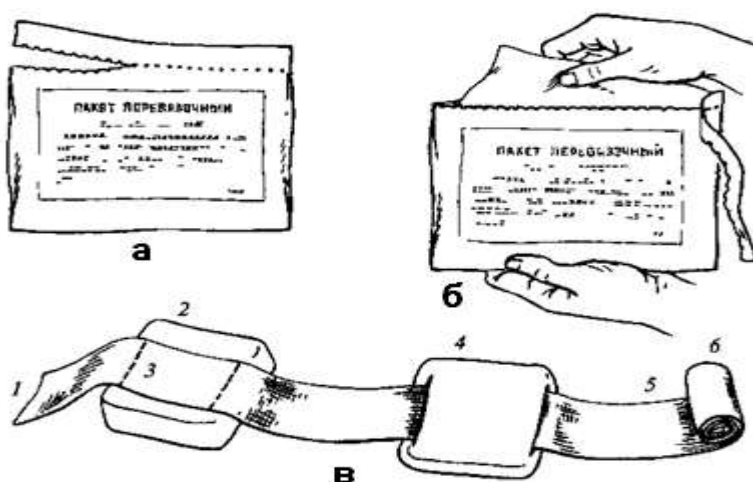


Рис. 2.12. Пакет индивидуальный перевязочный:

а – вскрытие наружного чехла по надрезу;

б – извлечение внутренней упаковки;

в – перевязочный материал в развернутом виде:

1 – конец бинта; 2 – подушечка неподвижная; 3 – цветные нитки;

4 – подушечка подвижная; 5 – бинт; 6 – скатка бинта.

Оболочки обеспечивают стерильность перевязочного материала, предохраняют его от механических повреждений, сырости и загрязнения.

Материал, находящийся в пакете, состоит из марлевого бинта шириной 10 см и длиной 7 м и двух равных по величине ватно-марлевых подушек размером 17х32 см. Одна из подушек пришита к бинту, другая связана с ним подвижно и может свободно передвигаться по длине бинта. Благодаря этому при сквозных ранениях имеется возможность закрыть с помощью одного пакета входное и выходное раневые отверстия. Цветными нитками помечены поверхности подушечек, за которые можно брать руками при наложении повязки.

***При наложении повязки необходимо:***

- вскрыть пакет, вынуть булавку и приколоть ее к одежде;
- левой рукой взять конец бинта, а правой скатку бинта и развернуть его;
- наложить подушечки, не касаясь ими других предметов, на рану (ожог) той стороной, которая не прошита цветными нитками;
- прибинтовать подушечки, а конец бинта закрепить булавкой.

Верхний прорезиненный пакет может быть использован для оказания помощи при ранении грудной клетки (открытый пневмоторакс), закрыв им рану и плотно прибинтовав его к груди.

## Глава 3. Экологическая безопасность

Любая деятельность человека, и краткосрочная, и эволюционно длительная, возможна только в *экологически безопасной среде обитания*. Истоки понимания этого зародились еще в XIX веке, когда выдающийся физиолог И.М. Сеченов сформулировал *принцип единства организма и окружающей его среды*. Разрушая среду своего обитания организм губит самого себя. Казалось бы, осознать это людям не сложно. Однако последующее развитие человеческой цивилизации в основном происходило и происходит в забвении указанного экологического правила.

### 3.1. Техносфера как искусственная среда обитания человека

#### 3.1.1. Техногенные системы как продукты техногенеза в биосфере

Важнейшая особенность развития человечества заключается в необходимости использования различных технологий, технических устройств в пределах *биосферы* – всей наружной области планеты Земля, в которой эволюционно длительное время развивается жизнь, и которая сама в значительной степени видоизменена и сформирована жизнью. Вследствие *техногенеза* (процесса изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека) сформировалась *техносфера* – часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств в целях соответствия социально-экономическим потребностям человечества. Становление техносферы как искусственной среды жизнедеятельности человека считается главным итогом XX века и развития цивилизации за все время ее существования. Специфику техносферы составляет не просто чрезвычайно высокий уровень развития технологий и техники, материального производства, науки, вооружений, но и необратимость процесса техногенеза, а также прогрессирующая глобализация техногенных процессов.

Техносфера насыщена техногенными системами. *Техногенная система* – это сложная, искусственно созданная человеком конструкция, которая работает в контакте с природной окружающей средой. Эта система, непрерывно развиваясь, оказывает на Землю растущее разрушительное воздействие.

Различают следующие *типы техногенных систем*: *селитебная* (относящаяся к жилой зоне и инфраструктуре города), *промышленная*, *транспортная*, *рекреационная*, *лесотехническая*, *водоохранная* и *сельскохозяйственная*.

Природно-промышленные (природно-техногенные) системы – совокупность природных объектов и инженерных сооружений, взаимодействующих с окружающей средой. Например, *природно-*

*техногенные геологические системы* – совокупность природных объектов геологической среды и технических сооружений, находящихся в тесной взаимозависимости (например, горнодобывающий комплекс).

Современная научно-техническая революция значительно усложняет взаимоотношения между обществом, производством и природой. Современные масштабы производственной деятельности, объемы которой удваиваются каждые 15 лет, обуславливают изменение качества природной среды и ее ресурсов. Многие результаты производственной деятельности имеют отрицательное воздействие на природную среду: загрязнение воздушного и водного бассейнов, почвы, тепловое загрязнение, повышенный уровень шума, ионизирующего излучения и многое другое. Подход к решению данной проблемы состоит в том, чтобы определить пределы устойчивости биосферы, равновесия природных систем, выявить основные аспекты влияния хозяйственной деятельности человека на естественные процессы в биосфере и предотвратить их негативное влияние.

В результате хозяйственной деятельности человека формируются своеобразные нообиогеоценозы. К ним относятся технобиогеоценозы, создаваемые в процессе развития промышленных предприятий; агроценозы, создаваемые в результате сельскохозяйственной деятельности; урбабиогеоценозы – образуются в результате строительства городов, поселков, транспортных коммуникаций.

При появлении в структуре экологической системы объектов промышленного производства, оказывающих влияние на ее функционирование, возникает новая искусственная экологическая система, называемая *природно-промышленной системой*.

Структура природно-промышленной или техногенной системы – промышленные, коммунальные, бытовые, природные, аграрные объекты, относительно устойчивые и самостоятельные, функционирующие как единое целое на основе определенного типа обмена веществом и энергией, информацией.

Главным компонентом техногенной системы, определяющим направление деятельности и характер ее воздействия на окружающую среду, является ее промышленное звено. В структурной схеме промышленного звена выделяются объекты основного производства, предприятия вспомогательного производства, объекты энергетики, организации по строительству и реконструкции действующих промышленных предприятий.

Продукцией промышленного звена считается вся продукция, которая отправляется за пределы природно-промышленного комплекса, а также предназначенная для удовлетворения собственных нужд и поддержания заданной продуктивности системы. К продуктам промышленного звена относятся и отходы производства: газообразные, жидкие, пылевидные промышленные выбросы, тепловые потоки и шум, загрязняющие окружающую среду.

Вспомогательные производства включают в себя организации, деятельность которых связана с обслуживанием основного производства. В

него входят ремонтно-механическая база, промышленный транспорт, склады готовой продукции, сырья и оборудования, а также предприятия, обеспечивающие строительство новых и реконструкцию действующих основных предприятий, энергетических объектов, транспортных магистралей.

Производственная деятельность многих предприятий способна оказать значительное негативное воздействие на окружающую природную среду, здоровье и жизнь людей (рис. 3.1). *Прямое воздействие* на здоровье человека происходит в процессе производства на каждом рабочем месте. *Косвенное воздействие* проявляется у работников предприятия через определенный промежуток времени в форме профессиональных заболеваний, а у людей вне предприятия – вследствие проживания в условиях неблагоприятной (загрязненной) окружающей среды. На нее предприятие воздействует прямо – посредством применения в производстве опасных материалов, техники, несовершенных технологических процессов и косвенно – вследствие использования потребителями его продукции с последующей ее утилизацией. На уровне предприятия опасные и вредные вещества, нередко образуясь на рабочих местах, сначала негативно воздействуют на людей, затем попадают в санитарно-защитную зону предприятия (СЗЗ) и только потом – в окружающую среду.



Рис. 3.1. Предприятие как источник экологической опасности (темные стрелки – прямое, пунктирные стрелки – косвенное воздействие) (по Елкиной, Набиуллиной и др., 2009 с дополнениями)

Коммунально-бытовое звено обеспечивает жизнедеятельность людей, занятых в промышленности и на предприятиях по производству сельскохозяйственной и другой продукции природно-промышленного комплекса. Основными объектами этого звена являются: селитебная зона, предприятия питания, торговли, медицинские учреждения, общественный транспорт, культурные и учебные заведения, рекреационные объекты (парки, стадионы, пляжи и т.д). Продукцией коммунально-бытового звена считаются продукты, потребляемые населением, а также отходы и выбросы коммунально-бытовых предприятий.

Границы техногенной системы определяются границами зоны влияния промышленных предприятий на окружающую среду, входящих в систему.

Основная особенность экологической системы, в составе которой функционирует природно-промышленный комплекс, состоит в том, что практически все компоненты этой системы находятся под постоянным

воздействием промышленных предприятий и испытывают на себе их влияние. Сельскохозяйственные, лесные и другие угодья, расположенные на территории техногенной системы, как правило, снижают свою продукцию, а иногда полностью деградируют. В этой связи наиболее рациональным является выделение под промышленные комплексы неплодородных земель.

На территории природно-промышленных комплексов страдает и качество сельскохозяйственной продукции. Это происходит потому, что определенная часть промышленных выбросов может вовлекаться в естественный круговорот веществ природных сообществ и попадать в организм человека, который является звеном в экологической цепи. Поэтому сельскохозяйственные угодья, расположенные на территории промышленных комплексов, должны оцениваться не только по продуктивности, но и по качеству получаемой продукции.

### 3.1.2. Антропогенные экологические факторы

В техносфере возникли **антропогенные экологические факторы**, воздействующие на всю ее биоту (совокупность живых организмов), включая людей. Указанные факторы можно разделить на две группы: 1) **механические трансформации окружающей среды** и 2) **загрязнение окружающей среды**.

К механическим трансформациям окружающей среды относят: геодинамические, гидродинамические, аэродинамические и биоценотические антропогенные нарушения.

Геодинамические нарушения в техносфере подразделяются на следующие виды:

1. Деформации массива пород и земной поверхности, подразделяемые на 6 групп:

- провалы (конусообразные, котловинные, каньонообразные);
- выемки (карьерные, котлованные, траншейные и др.);
- насыпи (отвальные, дорожные, гидротехнические);
- изменения напряженного состояния массива;
- прогибы земной поверхности без разрыва;
- прогиб поверхности с появлением трещин.

Последние три вида деформации образуются под воздействием подземных горных работ и при заборе воды из подземных горизонтов.

2. Гидродинамические нарушения включают:

2.1. Гидрологические (поверхностные) нарушения:

- зарегулирование стока (водохранилища, каналы);
- затопление рельефа, водоема;
- истощение водоема, водотока.

2.2. Гидрогеологические (подземные):

- подтопление (подъем уровня грунтовых вод под воздействием горных работ);
- образование депрессионной воронки (осушение);
- заводнение (захоронение жидких отходов, разработка месторождений).

### 3. Аэродинамические нарушения атмосферы:

- разрежение (зона аэродинамической тени);
- возмущение (изменение движения воздушных потоков в приземном слое);
- температурная инверсия.

Разрежение и возмущение в атмосфере возникают в результате возведения высотных зданий, отвалов, глубоких выемок.

Температурные инверсии возникают в местах поступления в атмосферу больших потоков антропогенной тепловой энергии.

### 4. Биоморфологические нарушения:

- фитоценотические (уменьшение продуктивности, сокращение ареала, уничтожение различных видов растений);
- зооценотические (распугивание, уничтожение, изменение видового состава животных);
- микробоценотические (угнетение, уничтожение, обеднение видового состава микроорганизмов).

В отличие от антропогенных механических трансформаций (нарушений) **загрязнение окружающей среды** – это *привнесение в данную среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов (загрязнителей) или превышение естественного уровня таких агентов (излучений, веществ, микроорганизмов) в данной среде.*

Не характерными для окружающей среды физическими агентами (факторами) являются: искусственные электромагнитные поля, ионизирующие излучения антропогенных радионуклидов, акустическое (шумовое) загрязнение и сопутствующая вибрация, тепловое загрязнение водоемов, атмосферы и почв. В частности, тепловое загрязнение водоемов происходит при сбросе в них нагретой воды из систем охлаждения различных промышленных установок. В результате изменяется тепловой баланс водоемов, при этом усиливается испарение воды, увеличивается ее минерализация, снижается содержание в ней кислорода, что может вызвать заморные явления в водоемах, нарушить естественную динамику экосистемы.

Химическими чужеродными агентами являются различные ксенобиотики (т.е. искусственно синтезированные, чуждые биосфере вещества), например: 1) пестициды (средства для защиты урожая от сорняков, животных-вредителей, плесневых грибов: гербициды, инсектициды, родентициды, фунгициды и т.п.); 2) СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества (компоненты стиральных порошков, шампуней и других моющих средств); 3) диоксины – вещества, являющиеся обычно побочными продуктами синтеза пестицидов, хлорирования воды, сжигания поливинилхлоридных отходов.

Биологически чужеродными агентами являются искусственно созданные штаммы микроорганизмов, генетически модифицированные виды грибов, растений и животных.

Но окружающая среда может быть загрязнена и вследствие антропогенного превышения содержания в ней естественных компонентов: тяжелых металлов, радионуклидов, нитратов, фосфатов, карбонатов, нефтяных углеводородов, микроорганизмов, яиц паразитических червей и др.

## 3.2. Загрязнение атмосферы

### 3.2.1.Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Российской Федерации от стационарных источников (промышленные предприятия, ТЭЦ и т.п.) составляют большую часть всех выбросов (табл. 3.1). Наибольшее количество выбросов приходилось на 1992 г. – 28,1 млн. тонн (Шеховцов, 2008). Далее, по мере наступления в экономике страны кризиса, который сопровождался остановкой одних предприятий и неполной загрузкой других, снижались и выбросы, составив наименьшее значение в 1999 г. – 18,5 млн тонн. Затем, по мере выхода экономики из кризиса, увеличивались и выбросы. Причиной тому было недостаточное внимание в период кризиса к природоохранной деятельности. В последние годы количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, похоже, стабилизировалось на уровне 20,4–20,6 млн тонн в год, что примерно соответствует уровню 1996 г. Современный уровень выбросов превышает выбросы 1999 г. более чем на 10%.

Таблица 3.1

#### **Вклад основных видов экономической деятельности в суммарные выбросы вредных веществ в атмосферу стационарными источниками Российской Федерации в 2006 г. (по Шеховцову, 2008)**

Виды экономической деятельности	Вклад в суммарные выбросы вредных веществ, %
Обрабатывающие производства	34,8
Добыча полезных ископаемых	29,3
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	21,2
Транспорт и связь	10,5
Прочие виды экономической деятельности	4,2

Из всех выбрасываемых в атмосферный воздух вредных веществ от стационарных источников примерно третью часть составляет угарный газ (CO), а почти четверть всех выбросов приходится на диоксид серы (SO<sub>2</sub>). Попадающие в атмосферный воздух загрязняющие вещества составляют примерно 25% от всех вредных веществ, которые образуются при различных производственных технологических процессах. Остальные 75% образующихся газов проходят очистку (на пылегазовых установках, фильтрах и т.д.), улавливаются, а затем утилизируются. Наибольший эффект при пыле- и газоочистке достигается в отношении твердых веществ, улавливание и

обезвреживание которых составляет 95%. Улавливание и обезвреживание СО и SO<sub>2</sub> происходит в пределах 30% и 20% соответственно. Менее всего современные фильтры улавливают и обезвреживают наиболее токсичные и опасные (в том числе канцерогенные) вещества из группы углеводородов, такие как бензол, бенз(а)пирен, метанол и другие. Даже в малых количествах они остаются весьма опасными для здоровья населения.

### 3.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников

К передвижным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся легковые и грузовые автомобили, автобусы, тепловозы, самолеты, речные и морские суда. Из всего многообразия передвижных источников автомобильный транспорт остается главным загрязнителем атмосферного воздуха в стране. На его долю приходится около 42% суммарных по России выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и 94,5% – от транспортного комплекса. Интенсивный рост численности автомобильного парка – с 22 млн ед. в 1997 г. до 32,6 млн. ед. и более в 2006 г. и последующих годах – обусловил повышение выбросов. Наиболее быстрыми темпами расширялся парк легковых автомобилей и автобусов. Парк грузовых автомобилей увеличивался в три раза медленнее. При увеличении количества единиц автомобильного транспорта за десятилетие в 1,5 раза почти на такую же величину (в 1,4 раза) увеличились и его выбросы (рис. 3.2).

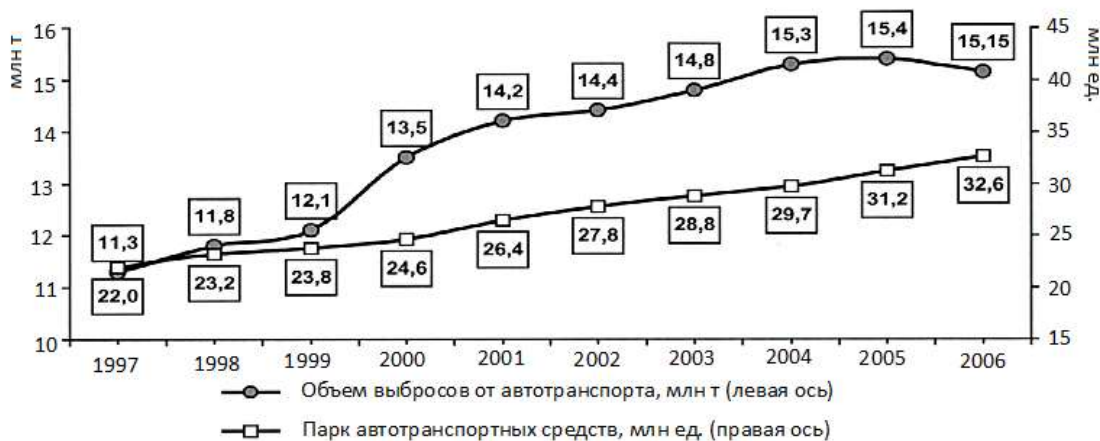


Рис. 3.2. Динамика выбросов в атмосферу в РФ от автотранспорта в сравнении с увеличением автопарка (по Шеховцову, 2008)

Основными веществами, попадающими в атмосферу с выхлопными газами, являются оксиды азота, серы и углерода. В общем количестве выбросов от автотранспорта почти три четверти приходится на оксид



углерода – угарный газ (СО). Одними из наиболее токсичных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, являются соединения свинца. Присутствие соединений свинца в выбросах от автотранспорта в 90-е годы было обусловлено применением в моторных топливах тетраэтилсвинца, который служит антидетонирующей присадкой, повышающей эффективность сгорания моторного топлива. Учитывая серьезную опасность применения этилированного бензина как для здоровья населения, так и для объектов окружающей среды, были приняты меры для поэтапного его исключения в качестве моторного топлива. А в 2003 г. был принят Федеральный Закон № 34-ФЗ «О запрете производства и оборота этилированного бензина в Российской Федерации». Этот закон, направленный на предотвращение вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду этилированного бензина, вступил в действие с 1 июля 2003 г. Вместе с тем, несмотря на рост автомобильного парка и объемы грузоперевозок в 2000-е годы, выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта снизились примерно на 2 %. Это обусловлено постепенным обновлением и улучшением «экологической» структуры парка. К положительным факторам, определившим снижение суммарных выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта следует отнести:

1. Ввод в действие с апреля 2006 г. специального технического регламента, который установил требования к выбросам вредных веществ от новых и поддержанных автомобилей, впервые регистрируемых в России, на уровне не ниже европейских норм Евро-2.

2. Увеличение в автопарке доли легковых автомобилей со сроком эксплуатации менее 5 лет до 23,3%.

3. Увеличение в автопарке доли иномарок отечественной и зарубежной сборки, имеющих, как правило, улучшенные экологические характеристики.

Доля иномарок в парке легковых автомобилей в целом по России увеличивается постоянно и в настоящее время составляет более 30 %; в крупных городах эти показатели значительно выше. Например, в Москве доля легковых иномарок составила около 50 %, в Санкт-Петербурге – 46,5%. Также растет количество грузовых иномарок в стране; в крупных городах их доля достигает 60–80%.

4. Увеличение импорта новых иномарок в связи с запрещением ввоза поддержанных легковых автомобилей импортного производства, не удовлетворяющих нормам Евро-2. В общем объеме импорта доля новых автомобилей возросла до 74%, а доля поддержанных автомобилей сократилась до 26%.

5. Рост автомобильного парка, использующего в качестве моторного топлива природный газ. Например, потребление природного газа на автомобильном транспорте в 2006 г. увеличилось по сравнению с 1999 г. в 4,5 раза. Вступление в силу новых требований к выбросам вредных веществ от

автомобильной техники заставило отечественных автопроизводителей повысить экологичность российских марок автомобилей. На ОАО «АвтоВАЗ» и ОАО «Иж-Авто» прекращен выпуск автомобилей с карбюраторными двигателями. Некоторые модели АвтоВАЗа соответствуют нормам Евро-3 и даже Евро-4.

Однако быстрый рост автомобильного парка усиливает сопутствующие автомобилизации негативные процессы, особенно остро проявляющиеся в крупных городах. Например, средний уровень автомобилизации в РФ в 2006 г. достиг 228 автомобилей на 1000 жителей, по легковым автомобилям – 188 ед. на 1000 жителей. В крупных и крупнейших городах России он значительно выше: в Москве на 1000 жителей приходится 300 автомобилей, в том числе легковых – 268. Отставание развития улично-дорожных сетей и объектов дорожной инфраструктуры в крупных городах, слабая организация дорожного движения, недостаточно развитый общественный пассажирский городской транспорт – все это приводит к снижению средних скоростей движения, росту числа заторов на дорогах, высокому уровню дорожно-транспортной аварийности, повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха, особенно вдоль автодорог и на прилегающих к ним территориях, и связанному с этим загрязнением росту заболеваний среди населения. В крупных и крупнейших городах страны на автотранспорт приходится 70–90% суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (табл. 3.2).

Таблица 3.2

**Ранжирование субъектов РФ по выбросам в атмосферный воздух  
от автотранспорта, тыс. т**

1	Город федерального значения Москва	1066,97
2	Московская область	787,6
3	Краснодарский край	589,54
4	Свердловская область	457,82
5	Город федерального значения Санкт-Петербург	456,04
6	Ростовская область	443,22
7	Республика Башкортостан	435,27
8	Самарская область	370,87
9	Новосибирская область	367,84
10	Нижегородская область	345,96

### **3.2.3. Общая оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников**

В ряде крупных городов и субъектов России выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта значительно превышают выбросы от промышленных предприятий: в Москве – более чем в 10 раз, в Санкт-Петербурге – в 9 раз, в Краснодарском крае, Московской, Калининградской областях – более чем в 4 раза. В целом, как правило, повышенные уровни загрязнения атмосферного воздуха от передвижных и стационарных источников наблюдаются в крупных промышленных городах (табл. 3.3).

Таблица 3.3

**Список субъектов РФ с наибольшим суммарным выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, тыс. т (по Шеховцову, 2008)**

1	Ханты-Мансийский автономный округ	3284,09
2	Красноярский край	2759,15
3	Свердловская область	1707,44
4	Кемеровская область	1594,83
5	Челябинская область	1331,87
6	Город федерального значения Москва	1161,86
7	Оренбургская область	1157,14
8	Ямало-Ненецкий автономный округ	1003,09
9	Московская область	966,05
10	Республика Башкортостан	830,29

В 16 из 34 крупнейших городов России с населением более 500 тыс. жителей за последние годы произошел рост концентрации 2-х и более загрязняющих веществ (табл. 3.4).

Превышение нормативных уровней загрязнения атмосферного воздуха по санитарно-гигиеническим показателям в 90% городов, где осуществляется регулярные наблюдения, свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке в этих городах.

Таблица 3.4

**Загрязняющие вещества атмосферного воздуха в наиболее крупных городах и промышленных центрах РФ (по Шеховцову А.А., 2008)**

Город	Загрязняющие вещества
Барнаул	бенз(а)пирен, формальдегид, оксид углерода, диоксид азота
Волгоград	бенз(а)пирен, оксид азота, формальдегид, фторид водорода
Екатеринбург	оксид азота, взвешенные вещества, аммиак, формальдегид
Ижевск	бенз(а)пирен, оксид углерода, формальдегид
Казань	оксид азота, диоксид азота, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, оксид углерода
Красноярск	оксид азота, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества, аммиак
Новокузнецк	взвешенные вещества, формальдегид, оксид азота, диоксид азота, фторид водорода
Новосибирск	взвешенные вещества, бенз(а)пирен, оксид углерода
Ростов-на-Дону	оксид азота, диоксид азота
Санкт-Петербург	аммиак, бенз(а)пирен, формальдегид
Саратов	формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Оренбург	формальдегид, взвешенные вещества, оксид углерода
Тула	оксид азота, диоксид азота, бенз(а)пирен, оксид углерода
Уфа	взвешенные вещества, аммиак, диоксид азота
Челябинск	бенз(а)пирен, формальдегид, фторид водорода, оксид углерода
Ярославль	оксид азота, диоксид азота

### 3.2.4. Трансграничный перенос загрязняющих веществ

Трансграничный перенос загрязняющих веществ регулируется международной Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. В рамках этой конвенции действует совместная программа наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих веществ в Европе (ЕМЕП). Исследования показывают, что при трансграничном переносе тяжелых металлов выпадения от стран Западной Европы существенно превышают выпадения с европейской территории России на эти страны (Шеховцов, 2008). В частности, на европейскую территорию России (ЕТР) выпадает свинца в 2,2 раза больше, чем на территории других стран, по кадмию это соотношение составляет 2,7 к 1, а по ртути – 5,6 к 1. В 2003 г. на территорию ЕТР выпало 4144 т свинца (на

1 тыс. тонн больше, чем в 2001 г.), причем 72% выпадений приходится на российские источники, а 28% – на трансграничные, в основном от Украины, Польши, Румынии, Турции, Эстонии. Аналогичная ситуация с выпадениями кадмия, которые также возрастают из года в год. В 2003 г. на ЕТР выпало 115 т этого вещества, при этом 64% – из собственных источников, а 36% – из трансграничных, в первую очередь от Украины, Польши, Румынии, Беларуси, Болгарии. Совершенно иная картина с выпадениями одного из наиболее токсичных веществ – ртути. Несмотря на некоторое снижение выпадения этого вещества на ЕТР в 2003 г. (32 т) по сравнению с 2001 г., лишь 12% выпадений приходится на собственные источники, а 88% поступают из-за границы – от Украины, Польши, Румынии, Эстонии, Германии. Анализ выпадений канцерогенного вещества бенз(а)пирена на европейской территории России свидетельствует, что в разные годы выпадения от собственных источников колебались от 20 до 40%, а на долю трансграничного переноса из других стран, в основном из Польши, Литвы, Украины, Беларуси, Латвии, Турции, приходилось от 60 до 80%. Соотношение выпадений бенз(а)пирена на европейской территории России из трансграничных источников и с ее территории на другие страны достигает 20 к 1. Выпадение еще более опасных, чем бенз(а)пирен, веществ – диоксинов и их производных – оценивается в граммах. В разные годы количество выпадений на ЕТР от собственных источников колеблется от 42 до 68%. В 2005 г. на ЕТР выпало 1030 г диоксинов и фуранов, из них 430 г поступили от Украины, Турции, Польши, Казахстана, США и Канады (Шеховцов, 2008).

Однако наибольшее количество участвующих в трансграничном перемещении веществ принадлежит соединениям серы (окисленная сера) (Шеховцов, 2008). Общая масса выпадений окисленной серы на европейской территории России в 2003 г. составила 1143 тыс. т, а в 2004 г. – 1242 тыс. т, при этом около 60% от этих количеств поступило от зарубежных источников, в основном от источников на территории Украины, Турции, Польши, Казахстана и Болгарии. На отдельных участках ЕТР количество выпадающих соединений серы составляет до 1,5 г/м<sup>2</sup>. От российских источников на территории сопредельных стран попадает соединений серы примерно в 5 раз меньше, чем на нашу территорию от других государств. Эти загрязнения вызывают кислотные дожди, которые оказывают губительное действие на водные и наземные экосистемы. Под кислотными принято понимать атмосферные осадки с рН менее 5,6, т.е. ниже, чем для “нормального дождя”, обусловленного растворением в облачной влаге СО<sub>2</sub>. Источниками кислотных дождей служат обычно выбросы “кислых” газов: оксидов серы и азота (SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>), образующиеся при сжигании ископаемых видов топлив.

Выпадения в России соединений азота, оказывающих существенное воздействие на воды озер и водохранилищ, вызывая их эвтрофикацию, возрастают из года в год (в 2003 г. выпало 1087 тыс. т, в 2004 г. – уже 1623 тыс. т.) (Шеховцов, 2008). Источники трансграничного загрязнения соединениями азота находятся на территории Казахстана, Украины, Польши, Турции, Белоруссии, Германии, Чехии, Великобритании. Вклад российских источников в выпадения соединений азота на территории сопредельных государств гораздо меньше.

### **3.3. Загрязнение почв**

#### **3.3.1. Проблема загрязнения почв в Российской Федерации**

Почвы являются одним из главных объектов окружающей среды, трудно возобновимым природным ресурсом, обладающим плодородием, центральным связующим звеном биосферы, главным источником получения продуктов питания, жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, средой обитания и источником существования растительного и животного мира, первоосновой экономического и социального развития, благосостояния общества, национальным достоянием России (Горький, Петрова, 2007). Состояние почв оказывает воздействие на окружающую среду и природные ресурсы, уровень экономического и социального развития государства, здоровье населения. Без решения проблем охраны почв невозможно устойчивое развитие биосферы, безопасность и благополучие нынешнего и будущих поколений людей.

В почву загрязнители попадают из атмосферы в виде грубодисперсных фракций аэрозолей, входящих в состав выбросов промпредприятий, с дождем, снегом. С атмосферными осадками могут выпадать азотная, серная, соляная кислоты, в результате чего почва подкисляется. Степень загрязнения почвы, перенос их на расстояния зависят от мощности, характеристик и продолжительности работы предприятий, от интенсивности движения транспорта, от сорбционной способности почв, pH.

Опасность загрязнения почвы, при прочих условиях, выше для почв с меньшим содержанием гумуса, с более легким механическим составом и низким pH. В отличие от других объектов окружающей среды (воздуха, воды), где идут процессы самоочищения, почва обладает этим свойством в незначительной мере, наоборот, почва - емкий накопитель тяжелых металлов. Они сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя трудно растворимые соединения, т.е. идет накопление в почве.

В отличие от других компонентов окружающей среды почва является наиболее консервативным и малоподвижным. Миграция элементов в почвах, особенно в условиях дефицита влаги, отличающая изучаемый район, очень медленна, что способствует задержке и накоплению загрязнителей в поверхностном слое, легко доступным для изучения. Исследование состояния почвенного покрова, интенсивности и спектра его загрязнения, локализации и морфологии ореолов загрязнения, химизма естественных природных процессов и др. позволяет достаточно точно определять скорость накопления загрязнителей, идентифицировать источники загрязнения, прогнозировать дальнейшее состояние почвенного покрова и вторичные воздействия на сопредельные среды (воздух, подземные воды и т.д.).

В почвах накапливаются соединения металлов, в частности тяжелых, например, ртути, свинца, меди и др. Hg, As, Pb и Cd отнесены к приоритетным загрязнителям неорганической природы, содержание их в

почвах подлежит контролю в первую очередь. Выбор этих элементов определяется тем, что они наиболее токсичны для живых организмов, им не свойственно накопление в естественных объектах, выброс их носит массовый характер, они наиболее устойчивы в природе. Кроме того, на поверхность почв может поступать целый ряд других токсичных металлов, таких как V, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, Mn, Mo, Be, Se и др. вследствие локальных промышленных выбросов. При этом необходимо учитывать буферную способность почв по отношению к тем или иным загрязнителям и аккумулирующую роль почв-индикаторов в нижних (подчиненных) частях ландшафтов. Так, Pb концентрируется в гумусовых верхних горизонтах почв, выступающих в роли региональных комплексных геохимических барьеров. Pb, As, Cd более подвижны в почвенном профиле и могут накапливаться в пределах иллювиального горизонта кислых почв.

Из органических веществ промышленного происхождения следует контролировать прежде всего вещества, обладающие способностью поступать и накапливаться в сельскохозяйственной продукции, а также способные к миграции вместе с поверхностным и подземным водным стоком. Это полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и бенз(а)пирен – их представитель и индикатор присутствия ПАУ (табл. 3.5), а также полихлорбифенилы (ПХБ).

Таблица 3.5

**Уровни загрязнения почв нефтепродуктами  
(по Бузмакову С.А., Кулаковой С.А., 2010)**

Уровень загрязнения	Содержание нефтепродуктов, г/кг почвы	Содержание бенз(а)пирена, нг/кг почвы
Допустимый	< 1	< 20
Низкий	1–2	20-100
Средний	2–3	100-250
Высокий	3–5	250-500
Очень высокий	> 5	> 500

На территориях населенных пунктов практически полностью отсутствуют природные типы почв и формируются специфичные органо-минеральные образования с той или иной примесью строительного и бытового мусора, реликтами исходных природных типов почв. Данные образования именуется почво-грунтами, или урбаноземами и характеризуются той или иной степенью техногенного загрязнения. Состояние городских почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как хотя на урбанизированных территориях они не представляют интерес как начальное звено пищевых цепей, но являются интегральным показателем

экологического состояния окружающей среды и потенциальным источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод.

По данным Международной организации по защите почв (ISCO) около 25% земель вовлеченных человечеством в хозяйственное использование уже подверглось деградации или загрязнению. Однако, это среднестатистический уровень для всей планеты, а реальное распределение зон и участков загрязнения неравномерно. Наиболее интенсивное загрязнение характерно для территорий крупных городов (табл. 3.6), где происходит максимальное накопление технофильных элементов и токсичных органических соединений, замыкание техногенных циклов миграции химических веществ. Именно поэтому оценке качества почв и грунтов во всем мире в последние годы уделяют все большее внимание, на ее основе принимаются решения о возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов, изменяется стоимость земельных лотов и размещенных на них объектов. Оценка потенциального риска здоровью от загрязнения почв определяется по величине показателя суммарного загрязнения почв (показатель  $Z_c$  рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum K - (n - 1), \quad (13)$$

где  $K$  – коэффициент концентрации элементов – отношение содержания элемента ( $C_i$ ) к фоновому его содержанию ( $C_f$ ), а  $n$  – число учитываемых элементов) сопоставлением полученных значений с оценочной шкалой, в соответствии с которой опасной считается величина свыше 32 условных единиц.

Таблица 3.6

**Среднее содержание элементов 1-го класса опасности в почвах Санкт-Петербурга (по Горькому А.В., Петровой Е.А, 2007)**

Элементы	Концентрация, мг/кг почвы	Единицы ПДК	Степень опасности по СанПин 2.1.7.1287-03
Cd	0,98	1,96	опасная
Pb	82,62	2,6	опасная
Zn	354,90	6,5	опасная
As	4,65	2,3	опасная

### 3.3.2. Проблема загрязнения почв в странах Западной и Восточной Европы

Загрязнение почв является серьезной проблемой и для Западной Европы, несмотря на ряд национальных и международных инициатив, реализованных в течение последних десяти лет и направленных на сокращение и контроль за выбросами в атмосферу, например по использованию канализационных стоков и свалок для удаления отходов. Регион Западной Европы сильно



урбанизирован (районы застроек занимают 15 % от всей территории) и конкуренция в условиях ограниченной площади свободных земель приводит к утрате или деградации почвенных ресурсов, в особенности к «запечатанности» почвенного покрова с непредсказуемыми темпами, например, путем городского развития и строительства объектов транспортной инфраструктуры. Подкисление – наиболее широко распространенный тип загрязнения почвы в Западной и Восточной Европе, где это воздействие испытывают обширные регионы, в особенности на территории Польши (10 млн. га) и Украины (8 млн. га). Загрязнение почвы также представляет собой достаточно серьезную проблему в Венгрии, Латвии и Литве. Высокое содержание тяжелых металлов в почве отмечено на Украине (около 5 млн. га) и в Литве (около 3 млн. га). Тем не менее, относительно высокая концентрация тяжелых металлов в Литве может быть частично объяснена высоким природным содержанием этих веществ. Загрязнение пестицидами распространено на Украине (более 5 млн. га) и в Румынии (более 4 млн. га), где расчетные показатели загрязнения находятся в пределах от легких до умеренных. Существенное загрязнение радионуклидами отмечено на Украине в результате Чернобыльской аварии, в то время как радиоактивные отходы от уранового производства хранятся без должной защиты в Кыргызстане и на бывшем советском ядерном испытательном полигоне в Казахстане. Крупнейшие регионы, испытавшие значительное загрязнение, расположены вокруг регионов с максимальной концентрацией промышленных предприятий на северо-западе Европы, от Падде-Кале во Франции до региона Рейн – Рур в Германии, простирающихся через территорию Бельгии и Нидерландов. Другие регионы с высокой вероятностью загрязнения почв из местных источников расположены в регионе Саар в Германии; на севере Италии, к северу от реки По, от Милана до Падуи; так называемый район «черного треугольника», расположенный на углу Польши, Чешской республики и Словацкой республики. Тем не менее, загрязненные районы располагаются вокруг большинства крупных городов, и некоторые отдельные загрязненные участки располагаются в регионах с малой плотностью населения.

Для предотвращения загрязнения почв пестицидами и другими вредными веществами используют экологические методы защиты растений, повышают природную способность почв к самоочищению, не применяют особо опасные и стойкие инсектицидные препараты и др. Для снижения загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) и радиоактивными элементами, существуют два основных подхода. Первый направлен на очищение почвы путем извлечения из почвы указанных загрязнителей с помощью некоторых видов растений, удаления верхнего загрязненного слоя почвы и т.п. Второй подход основан на закреплении загрязнителей в почве в специальных веществах-поглотителях, например в алюмосиликатах-цеолитах. Это обеспечивает перевод загрязнителей в нерастворимые в воде и недоступные живым организмам формы.

### 3.4. Загрязнение водоемов

#### 3.4.1. Источники поллютантов и районы загрязнения водных ресурсов

Имеется большое количество антропогенных источников загрязнения объектов гидросферы (рис.3.3). При этом в сбросе загрязненных сточных вод значителен вклад различных отраслей промышленности РФ (табл. 3.7). Географическая особенность загрязнения рек РФ состоит в том, что основные промышленные районы приурочены к верховьям водосборных бассейнов. Таковы – Центр, бассейн р. Камы, Среднее Поволжье, Урал, Кузбасс, верхнее течение рек Оби, Енисея, Ангары. Поэтому главные реки России – Волга, Дон, Урал, Обь, Енисей, Лена, Печора – в той или иной мере загрязнены на всем протяжении и оцениваются как загрязненные, а их крупные притоки – Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Тура – сильно загрязненные.

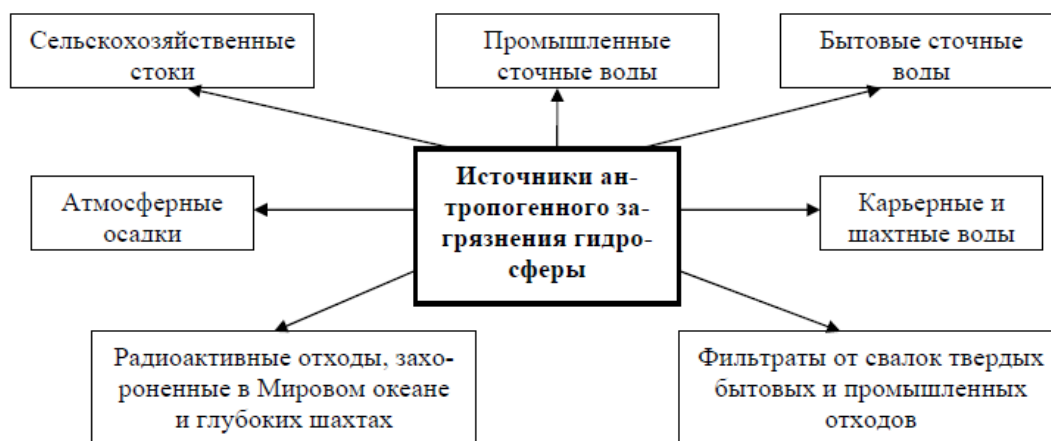


Рис. 3.3. Источники антропогенного загрязнения гидросферы

Таблица 3.7

**Доля отраслей промышленности РФ (%) в сбросе загрязненных сточных вод в 90-е годы**

Виды экономической деятельности	Вклад в суммарные сбросы сточных вод, %
Деревообработка	19,4
Химическое производство	18,3
Энергетика	14,4
Черная металлургия	9,5
Угольная промышленность	8,8
Машиностроение	8,6
Цветная металлургия	6,5
Нефтепереработка	3,1
Другие виды экономической деятельности	11,4

При этом воды рек Южного Урала – Камы, Урала и Тобола – сильно загрязнены нефтепродуктами, взвешенными веществами, хлоридами, сульфатами, соединениями азота. Содержание сточных вод промышленных предприятий Южно-Уральского региона в реке Миасс на выходе из города Челябинска составляет более 90%. Таким образом, состояние водных источников и систем централизованного водоснабжения РФ не может гарантировать требуемого качества питьевой воды, в результате почти половина жителей РФ потребляет недоброкачественную воду.

### **3.4.2. Проблема эвтрофикации водоемов**

Загрязнение приводит к *эвтрофикации*, т.е. насыщению водоёмов биогенными элементами (в основном фосфором и азотом), что сопровождается «цветением» воды – массовым развитием в водоемах цианобактерий и одноклеточных зеленых водорослей, продукты метаболизма которых существенно снижают качество воды. Загрязнение гидросферы органическими веществами, азотом и фосфором обусловило эвтрофикацию морей, озер, рек и подземных вод во всей Европе. Основным антропогенный источник азота в водоемах – это остатки минеральных удобрений в стоках с сельскохозяйственных угодий. Большая часть фосфора поступает с коммунально-бытовыми и промышленными стоками. В западноевропейских странах с интенсивным сельскохозяйственным производством этот источник фосфора дает до 50 процентов его общего поступления. С середины 80-х годов XX века применение удобрений в Западной Европе пошло на убыль, но процесс эвтрофикации продолжался вследствие возрастающего поступления биогенов со стоками современных, высокоинтенсивных животноводческих предприятий. В странах Восточной Европы с начала 90-х годов применение агрохимикатов резко сократилось, в частности объемы используемых азотных и фосфорных удобрений уменьшились почти наполовину.

Вода, загрязненная нитратами, фосфатами и пестицидами опасна для здоровья людей. Правда, в Европе редко отмечаются крупномасштабные вспышки заболеваний, связанных с загрязнением воды, при которых число пострадавших превышает 20 процентов водопользователей. Тем не менее отдельные вспышки таких заболеваний, например желудочно-кишечных инфекций, среди значительной части населения отмечаются по всей Европе, даже в странах с высокими стандартами водоснабжения.

### **3.4.3. Международное сотрудничество в области защиты водных ресурсов от загрязнения**

Существует множество многосторонних и двусторонних соглашений по управлению трансграничными водами. Принятая в 1992 году на паневропейском уровне Конвенция по охране и использованию

трансграничных водотоков и международных озер направлена на усиление национальных водоохранных мероприятий. Эта Конвенция, совершенная под эгидой ЕЭК ООН, обязывает страны-участницы предупреждать, контролировать и уменьшать загрязнение воды от точечных и рассеянных источников. Она предусматривает также меры по организации мониторинга, проведению исследований, разработок и консультаций, развитию систем предупреждения и оповещения, оказанию взаимной помощи, созданию соответствующих институтов, а также обеспечению обмена информацией и ее защиты, наряду с широким информированием общественности. Ожидается, что в ближайшем будущем вступит в силу Протокол по проблемам воды и здоровья. На уровне отдельных водосборов можно упомянуть такие трансграничные инициативы, как Конвенция по сотрудничеству в целях охраны и устойчивого развития реки Дунай и новая Конвенция по охране реки Рейн. Дунайская Конвенция обязывает подписавшие ее страны развивать сотрудничество с целью охраны и рационального использования поверхностных и подземных вод в бассейне Дуная, предупреждать опасные ситуации, связанные с авариями в пределах водосбора, способствовать сокращению объема загрязняющих веществ, поступающих в Черное море от источников, расположенных в пределах водосбора. Новая рейнская Конвенция, принятая в январе 2001 года на конференции министров прирейнских стран, создает основу для международного сотрудничества этих государств и Европейского союза. Она пришла на смену Соглашению о международной комиссии по охране Рейна от загрязнения (1963 год, Берн) и принятой в 1976 году Конвенции по охране Рейна от химического загрязнения. Новая Конвенция определяет цели международного сотрудничества в интересах устойчивого развития экономики в бассейне Рейна, дальнейшего улучшения его экологического состояния, комплексной защиты от наводнений. Кроме количественных и качественных аспектов водохозяйственных проблем, в том числе связанных с наводнениями, Конвенция предполагает также решение проблем охраны подземных вод Рейнского бассейна.

### **3.5. Теоретические основы экологической безопасности**

#### **3.5.1. Правило толерантности Шелфорда**

Все организмы, в том числе люди, вынуждены приспосабливаться (адаптироваться) ко всем указанным факторам техносферы. Эта адаптация подчиняется правилу толерантности Шелфорда, которое гласит, что для любого живого организма существуют такие минимальные и максимальные значения любого экологического фактора, которые ограничивают область жизнедеятельности организма (рис. 3.4). При этом необходимо учитывать, что зависимость жизнеспособности организма каждого биологического вида от величины воздействия каждого экологического фактора строго специфична.

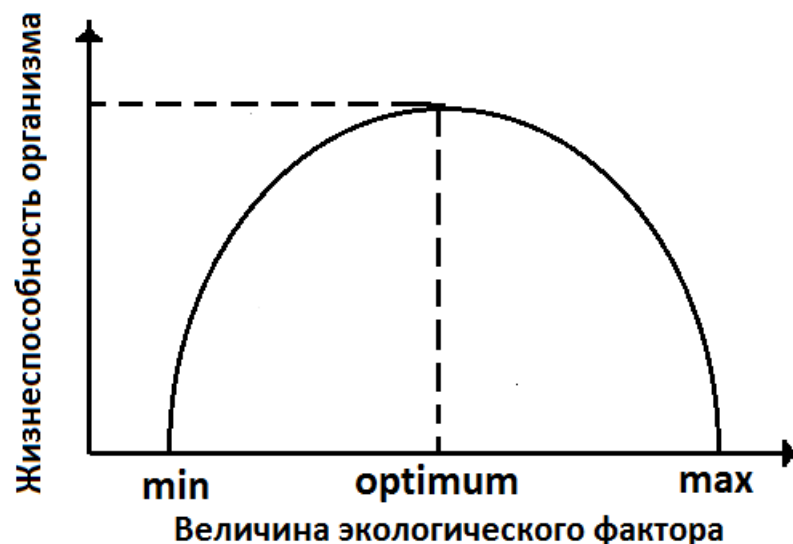


Рис. 3.4. Графическая иллюстрация правила толерантности Шелфорда

Таким образом, правилом Шелфорда необходимо руководствоваться, чтобы оценивать видоспецифичные количественные пределы негативных антропогенных воздействий на биоту и человека в пределах техносферы.

### 3.5.2. Принципы организации и функционирования экологических систем. Особенности круговоротов веществ в условиях загрязнения экосистем

Другим, не менее важным для экологической безопасности условием, является соблюдение принципов организации и функционирования экологической системы (экосистемы). Спецификой организации экосистемы является то, что она должна включать группы организмов, обеспечивающих круговорот вещества в экосистеме. Такими группами организмов в природных экосистемах являются продуценты, консументы и редуценты (рис. 3.5).

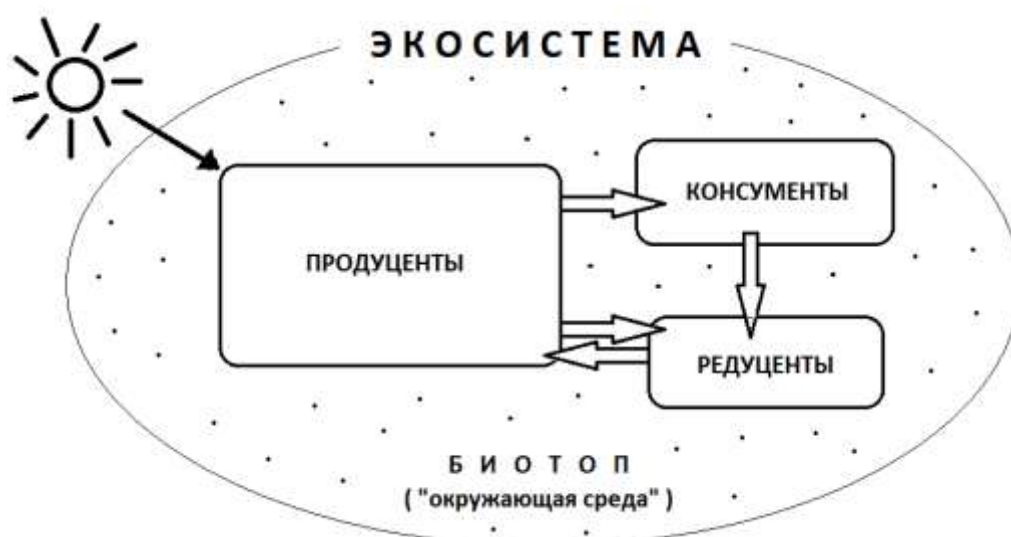


Рис. 3.5. Схема природной экосистемы

Продуценты (автотрофы) создают в экосистеме первичную продукцию, используя солнечную энергию. Эту продукцию используют консументы (потребители). После отмирания продуцентов и консументов их органическое вещество разлагают (минерализуют) редуценты (деструкторы). Образующиеся при этом минеральные вещества (продукты разложения мертвых продуцентов и консументов) – нитраты, фосфаты и др. – вновь используют живые продуценты для синтеза новых органических веществ (первичной продукции). Так происходит круговорот веществ в экосистемах, предотвращающий их загрязнение и обеспечивающий их эволюционно длительное существование и биосферы в целом, состоящей из таких взаимосвязанных экосистем. В пределах техносферы принципы организации и функционирования природных экосистем должны соблюдаться аналогичным образом: продукция и отходы одних производителей должны быть использованы различными их потребителями, а после окончания срока эксплуатации всей промышленной продукции ее компоненты должны быть вновь использованы (рециклированы) в пределах техносферы для создания новой продукции и т.д.

В экосистеме продуценты, консументы разных порядков и редуценты связаны в *трофическую (пищевую) сеть*, в пределах которой могут быть выделены *трофические цепи*. Трофическая цепь – это абстрактное экологическое понятие, но очень важное, в том числе в аспекте экологической безопасности. Трофическая (пищевая) цепь (рис. 3.6) представляется в виде последовательности звеньев, и каждое звено – это представители биологического вида, которые, с одной стороны, питаются организмами предыдущего звена, а, с другой стороны, сами потребляются организмами последующего звена.

В ходе этих процессов питания, во-первых, происходит миграция стойких к биотрансформации (биологическому разложению) веществ (в том числе, опасных загрязнителей: тяжелых металлов, пестицидов, диоксинов и др.) от первых звеньев к конечным звеньям трофической цепи. Во-вторых, при этой миграции наблюдается возрастающая аккумуляция указанных веществ в телах организмов каждого звена: чем дальше звено от начала цепи, тем больше в телах организмов этого звена накапливается стойких к биотрансформации соединений. Это связано с необходимостью консументов каждого последующего звена потреблять значительное количество объектов питания, содержащих вещества, стойкие к биотрансформации. На рисунке 6 это явление отражено с использованием *ПДК – предельно допустимой концентрации*, т.е. *максимального количества вредного вещества* в единице массы (пищевого продукта, почвы и др.) или объема (воздуха, воды и др.), которое при неограниченно долгом воздействии на организм человека не вызывает у него патологий и не отражается негативно на его потомках. Как видим, даже при содержании вредного вещества (веществ) в биотопе (окружающей среде) на уровне ПДК, в звеньях трофической цепи концентрация этого вредного вещества (веществ) нарастает (это выражено кратно ПДК).



Рис. 3.6. Схема трофической цепи в водной экосистеме и иллюстрация эффекта аккумуляции вредных веществ в звеньях трофической цепи (как правило,  $N < M < P < Q \ll R$ ; другие пояснения даны в тексте)

Степень аккумуляции веществ в звеньях трофической цепи, а, следовательно, и степень экологической опасности на уровнях разных звеньев трофической цепочки, количественно оценивается коэффициентом аккумуляции, или накопления ( $K_n$ ):

$$K_n = C / C_0, \quad (14)$$

где  $C$  – концентрация вещества в теле организмов данного звена трофической цепи,  $C_0$  – концентрация данного вещества в среде обитания рассматриваемых организмов.

На каждом следующем трофическом уровне (звене трофической цепи) концентрация аккумулируемых веществ возрастает примерно в 10 раз. В итоге в тканях живых организмов содержание этих веществ может превышать их концентрацию в окружающей среде в тысячи раз. Так, концентрация свинца в планктонных животных (ракообразных) может быть выше, чем в окружающей среде в 300 раз, а в донных моллюсках – в 4000 раз. У полярных крачек, питающихся, в частности и планктонными ракообразными (креветками), концентрация свинца может увеличиваться даже в 10 млн раз. Концентраторами ртути являются рыбы, что может стать причиной тяжелых заболеваний и смерти людей, питающихся такой рыбой. Последствия отравления ртутью получили название «болезнь Минамата» – по названию залива в Японии, где в 1953–1969 гг. произошли многочисленные отравления людей рыбой, которая аккумулировала ртуть и метилртуть, источником которой были сточные воды местных промышленных предприятий. У побережья Корсики в теле угрей содержание ртути может достигать 600 мг на 1 кг, и при такой концентрации токсиканта развитие «болезни Минамата» также возможно. Но аккумулируются не только металлы, но и органические ксенобиотики. Так, в тканях устриц, гагар и других животных содержание пестицида ДДТ может быть выше, чем в окружающей среде, в 50–100 тыс. раз. В промышленных городах нередко повышается концентрация загрязняющих веществ в материнском молоке, что делает его опасным для младенцев. Организмы активно концентрируют радиоактивные изотопы, что экологически опасно в зонах выпадения радиоактивных веществ из атмосферы на почву и в водоемы (например, такие условия складываются в зонах влияния на окружающую среду объектов атомной промышленности и энергетики). При этом разные радиоактивные вещества накапливаются в

разных органах. Например, радиоактивный йод – в щитовидной железе; радон, уран, плутоний, криптон – в легких, сера – в коже, кобальт – в печени, калий и цезий – в мышцах, полоний – в селезенке, рутений – в почках. Практически все радиоактивные элементы накапливаются в костях и печени. Если принять содержание стронция-90 в воде за единицу, то в донных отложениях оно достигает 200, в водных растениях – 300, в тканях карповых рыб – 1000, в костях окуня – 3000, в костных тканях животных, питающихся рыбой, – 3900 единиц. Радиоактивные изотопы концентрируются в грибах, а иногда в тканях птиц и рыб. Это нужно учитывать при использовании продуктов питания, которые могут быть сильно загрязнены даже при невысоком радиоактивном загрязнении окружающей природной среды.

### **3.5.3. Подходы к формированию и развитию системы экологической безопасности**

Сложность объектов и процессов в техносфере и природной среде затрудняет формирование единой точки зрения на предмет, задачи и структуру системы экологической безопасности (Кодолова, 2005): одни авторы рассматривают экологическую безопасность как составную часть охраны окружающей среды, другие ставят знак равенства между ними, третьи включают в содержание данной категории не только охрану окружающей среды, но и рациональное использование, воспроизводство и повышение ее качества. Наряду с этим высказывается мнение, что обеспечение экологической безопасности – деятельность, осуществляемая наряду с охраной окружающей среды.

Важную роль в формировании подходов к определению сферы экологической безопасности сыграла Международная конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992). На этой конференции обсуждалась идея устойчивого развития, которая была закреплена в двух основных документах конференции: Повестке дня на XXI век и Декларации Рио по окружающей среде и развитию.

Концепция устойчивого развития подразумевает:

- 1) право людей на здоровую и безопасную жизнь в гармонии с природой;
- 2) охрану окружающей среды как неотъемлемую часть процесса развития;
- 3) совершенствование природоохранительного законодательства;
- 4) уменьшение разрыва в уровне жизни как между странами, так и между богатыми и бедными в каждой стране;
- 5) потребление природных богатств в интересах нынешнего и будущего поколений;
- 6) исключение моделей развития производства и потребления, не способствующих природному развитию.

Для реализации этих положений необходима система экологической безопасности. Учитывая разработки российских исследователей (Кодолова,



2005), представляется, что система экологической безопасности должна учитывать ряд жизненно важных факторов и включать следующие основные элементы:

- 1) объект, безопасность которого должна быть обеспечена, его жизненно важные интересы;
- 2) субъекты обеспечения экологической безопасности;
- 3) угрозы жизненно важным интересам объектов, безопасность которых должна быть обеспечена;
- 4) государственная и региональная экологическая политика как совокупность концептуальных положений;
- 5) система мер обеспечения экологической безопасности. Объектами защиты являются элементы живой и неживой природы. К первым относятся: человек, окружающая природная среда и ее части – природные объекты, природные ресурсы, природные комплексы; ко вторым – права и интересы человека, личность, общество, государство.

Основной объект защиты в структуре экологической безопасности – человек, его права и свободы, в том числе право на генофонд, право на жизнь и здоровье, право на благоприятную окружающую среду.

Одним из элементов системы экологической безопасности являются субъекты ее обеспечения, иными словами, субъекты управления обеспечением экологической безопасности:

- 1) физические лица – граждане Российской Федерации, принимающие участие в управлении обеспечением экологической безопасности либо являющиеся природопользователями;
- 2) юридические лица, в том числе общественные и негосударственные объединения, их служащие, имеющие в качестве одной из целей деятельности обеспечение экологической безопасности и охрану окружающей среды;
- 3) органы исполнительной власти Российской Федерации, ее субъектов, органы местного самоуправления;
- 4) государственные и муниципальные служащие.

Система экологической безопасности должна учитывать угрозы жизненно важным интересам объектов, безопасность которых должна быть обеспечена. Под угрозой в рассматриваемом контексте понимается опасность, которая может привести к крайне неблагоприятным экологическим последствиям; это совокупность условий и факторов, создающих опасность жизненно важным интересам человека, его жизни, здоровью, его генофонду, окружающей среде, личности, обществу и государству. Это понятие, используемое для обозначения стадии перехода опасности из возможности в действительность, намерения одного субъекта нанести ущерб другому. Выделяют два вида угроз: внешние и внутренние; и те, и другие представляют опасность жизненно важным интересам человека, личности, обществу, государству, окружающей среде.

В отдельный вид можно выделить угрозы глобального характера (Кодолова, 2005): проблему изменения климата, «парниковый эффект», нарушение озонового слоя Земли, выпадение кислотных дождей, трансграничное загрязнение, утрату биологического разнообразия. К мерам

по устранению глобальных экологических угроз следует отнести (Кодолова, 2005): коренное изменение отношения к природе, создание не существовавшей ранее системы отношений, при которой каждый человек в силу своего воспитания будет заботиться о природе, поддерживать ее в благоприятном состоянии. Источники угроз экологической безопасности условно можно разделить на два вида: техногенные и природные.

К техногенным относится деятельность людей, связанная с преднамеренным либо непреднамеренным воздействием на окружающую среду. Техногенные угрозы человеку, природной среде выражаются в виде аварий технических устройств, ведущих к неблагоприятным изменениям окружающей среды, гибели людей, утрате здоровья, материальных ценностей. Рассматриваемые аварии могут привести к экологической катастрофе и чаще всего возникают от невыполнения экологических требований. Экологические последствия данных аварий распространяются, как правило, на большие расстояния, несмотря на то что сама авария имеет локальный характер. Наибольшую опасность представляют аварии на химических предприятиях, на складах по хранению химически опасных веществ, на радиационных объектах, газопроводах и нефтепроводах.

К природным источникам экологической безопасности относятся опасные природные процессы и явления, в частности землетрясения, извержения вулканов, цунами, наводнения, засухи, штормы, пожары, эпидемии и другие стихийные бедствия – явления природы, создающие катастрофические экологические ситуации и сопровождающиеся людскими и материальными потерями.

Важным элементом системы экологической безопасности является государственная экологическая политика. По существу вся деятельность по обеспечению безопасности (в том числе и экологической) – это деятельность политическая, которая регулируется политическими средствами и методами. Деятельность по обеспечению безопасности выступает в качестве важнейшей функции политики. Экологическая политика – это политика, направленная на охрану и оздоровление окружающей природной среды, рациональное использование и возобновление природных ресурсов, сохранение и развитие социальной сферы, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность и экологическую безопасность человека, среды его обитания (Кодолова, 2005). Экологическая политика стала сегодня неотъемлемой частью внешней и внутренней политики государств, в том числе и России, и включает, как правило, ряд основных направлений: оптимизацию использования природных ресурсов в процессе общественного производства; охрану природы от негативных последствий деятельности человека; экологическую безопасность населения.

Экологическая политика современного периода четко делится по территориальным уровням на международную (глобальную), национальную, региональную и местную. Государственной политикой, как правило, охвачены первые три уровня. Для каждого уровня формируется свой набор атрибутов: правовая основа, институты, механизмы, приоритеты деятельности.

Последним элементом структуры экологической безопасности является система мер ее обеспечения. Под мерами экологической безопасности понимается вид правового ограничения, используемый для пресечения вредного влияния источника повышенной опасности и защиты объекта повышенной охраны, который по своим признакам существенно отличается от других видов правового ограничения – мер наказания и мер восстановления (Кодолова, 2005). Меры обеспечения экологической безопасности можно представить в виде межотраслевого института, который отличается от юридической ответственности рядом существенных признаков – непосредственной целью, фактическими основаниями, сроками применения, механизмами реализации и субъектами, их применяющими. В экологическом праве выделяют такие меры, как оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза, экономический механизм охраны окружающей среды, экологическое нормирование, стандартизация и сертификация, установление экологических требований к созданию и эксплуатации объектов, экологический аудит и страхование, лицензирование отдельных видов деятельности, установление ответственности за экологические правонарушения.

В настоящее время широкое распространение получили международные стандарты на системы менеджмента в области охраны окружающей среды ИСО 14000 и промышленной безопасности OHSAS 18000. Предметом этих стандартов является систематизация требований к деятельности организации в конкретных областях менеджмента (табл. 3.8).

Таблица 3.8

**Предмет и цели международных стандартов ИСО 14001 и OHSAS 18001 в области экологической безопасности (по Елкиной, Набиуллиной, 2009)**

Стандарт	ИСО 14001	OHSAS 18001
Наименование системы менеджмента	Система экологического менеджмента (СЭМ)	Система менеджмента промышленной безопасности и охраны труда (СМПБиОТ)
Определение системы менеджмента в соответствии со стандартом	СЭМ – часть общей системы менеджмента, включающая оргструктуру, планирование деятельности, распределение ответственности, процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов и совершенствования экологической политики	СМПБиОТ – часть общей системы управления организации, обеспечивающая управление рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, связанными с деятельностью организации
Цель системы	Выполнение общественных и законодательных требований к производству продукции и к любым побочным продуктам: отходам, сточным водам и выбросам в атмосферу	Предотвращение несчастных случаев на производстве, предупреждение нарушений здоровья, обусловленных рабочей средой, обеспечение условий труда, соответствующих действующим нормам и законам

В целом структура стандартов предлагает следующую последовательность действий:

1) разработка политики организации (политики в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности должны быть равноправными и согласованными частями общей политики и стратегии развития организации);

2) планирование деятельности в области экологии и безопасности производства, определение законодательных и других требований, определение целевых и плановых показателей (опасности и риски, экологичности продукции), разработка программы управления ООС и охраной труда;

3) внедрение и обеспечение функционирования системы управления, в том числе определение структуры и ответственности, обеспечение обучения, обеспечение связи, разработка документации системы, управление документацией, операциями, обеспечение подготовленности к аварийным ситуациям (несчастным случаям) и реагирование на них;

4) проведение проверок и корректирующих действий, проведение мониторинга и измерений, устранение несоответствий, проведение корректирующих и предупреждающих действий, аудит системы;

5) анализ системы менеджмента со стороны руководства и непрерывное ее улучшение.

Таким образом, экологическая безопасность – составляющая часть национальной безопасности страны, ее система имеет сложную структуру. Экологическая безопасность может быть определена как состояние защищенности жизненно важных экологических интересов человека, прежде всего его прав на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую природную среду (Денисов, 2002). Экологическая безопасность включает в себя две составляющие – природную безопасность и техногенную, которые отражают состояние защищенности природных объектов, характеризуют уровень их защиты, служат критерием оценки защищенности объектов природы и, прежде всего, самого человека (Кодолова, 2005).

В плане экологической безопасности выдающимся отечественным экологом-мыслителем Н.Ф. Реймерсом (1992) показана важность выполнения законов охраны природы П.Р. Эрлиха:

1. Вид или экосистема, однажды уничтоженные, не могут быть восстановлены.

2. Продолжающийся рост народонаселения и охрана природы принципиально противоречат друг другу.

3. Экономическая система, охваченная манией роста, и охрана природы также принципиально противостоят друг другу.

4. Для человечества смертельно опасен антропоцентризм, т.е. представление о том, что при выработке решений об использовании Земли надо принимать во внимание одни лишь ближайшие цели и немедленное благо *Homo sapiens*.

5. Охрана природы должна считаться главным вопросом благосостояния и в более далекой перспективе – выживания человека.

Первый из законов отражает известный закон необратимости эволюции Л. Долло, согласно которому историческое развитие живых организмов необратимо, т.е. вымершие формы жизни и их сообщества никогда не возрождаются.

В соответствии со вторым законом человечество не может неограниченно увеличивать свою численность, в противном случае оно неминуемо столкнется с грозными проблемами дефицита жизненно важных для людей природных ресурсов и утраты необходимой среды обитания (дефицитом питьевой воды, жизненного пространства, разрушения экосистем).

Третий закон говорит о том, что политически грандиозные природопреобразующие и технические проекты губительны для биосферы. Закон оптимальности неумолим – все грандиозное чрезвычайно уязвимо в историческом развитии. Это не значит, что нужно стремиться к нулевому экономическому росту. Должна смениться сама форма роста: из экстенсивного экономический рост должен перейти в интенсивный, из количественного в качественный, из пространственно расширяющегося в сужающийся, из положительного – в отрицательный (с учетом разумной достаточности и допустимого риска). Отрицательный количественный экономический рост должен компенсироваться качественным усовершенствованием промышленной продукции. Девиз такого роста – малое, но совершенное, функционально большее при меньшем размере – должен стать доминирующим (например, малый благоустроенный город, малый культурный народ и т.д.).

Согласно четвертому закону, экологически безопасному развитию человеческой цивилизации противоречит антропоцентризм, который представляет собой мировоззрение и прагматичный подход, рассматривающие все явления в природе с позиции их значения для *человека* и его интересов. Нетрудно понять, что такой подход радикально суживает экологические представления человека. В результате он может решить, что ему для существования нужен некий минимум природных объектов, например, только некоторых видов растений и животных, а судьба остальных может складываться как угодно, вплоть до быстрого их исчезновения из экосистем. Но такой подход по существу антинаучен, поскольку каждый биологический вид возникал в биосфере закономерно и не может быть изъят из природных экосистем без ущерба для них. С другой стороны, сложно предвидеть потребности человека в геномах тех или иных биологических видов. Поэтому в природоохранном деле человечеству необходимо мировоззрение биоцентризма (экоцентризма), ставящее превыше всего сохранение живой природы в целом. Отсюда и вытекает пятый закон, в соответствии с которым охрана природы – залог выживания человечества.

Как известно, эволюционный переход биосферы в состояние ноосферы (сферы разума) В.И. Вернадский видел в использовании новых источников энергии: силы приливов и морских волн, радиоактивной, атомной энергии,

теплоты Солнца, бактериального синтеза. Нисколько не умаляя великого значения гениальных взглядов В.И. Вернадского, следует все-таки отметить, что причисление В.И. Вернадским радиоактивных элементов к перспективным источникам «автотрофности» не совсем корректно. Конечно, развитие атомной отрасли сыграло и еще будет играть значительную роль в развитии земной цивилизации. Но связывать в перспективе большие надежды с использованием радиоактивных элементов как важных источников энергии для человечества представляется экологически опасной стратегией. Однако в современной России некоторыми исследователями предпринимаются попытки развития идеи «автотрофности будущего человечества» преимущественно в смысле использования атомной энергии.

Этот взгляд представляется ошибочным по двум причинам. Во-первых, автотрофность изначально понимается и должна пониматься как способ аккумуляции какой-либо экзогенной энергии, в частности солнечной. А использование атомной энергии подразумевает искусственное «сжигание» ограниченных земных запасов особых радиоактивных элементов. Во-вторых, технологии атомной энергетики принципиально невозможны без образования радиоактивных отходов (в разных формах) (Яблоков, 2001). Большой проблемой является разработка безопасного хранения и утилизации твердых радиоактивных отходов. Даже радиоактивные аэрозоли пока не полностью улавливаются из выбросов атомных станций. А ведь работа современных АЭС сопровождается выделением в атмосферу еще и радиоактивных газов (третия и инертных газов), улавливание которых либо технически сложно (да и вряд ли полностью возможно), либо не предусмотрено, в частности в связи с ошибочными представлениями о «безвредности», «нейтральности» выбросов радиоактивных инертных газов для состояния атмосферы и биосферы. Этот аспект воздействия АЭС на окружающую природную среду либо не предусматривается существующими научными исследовательскими программами, либо изучается крайне мало. Наряду с этим важно учитывать, что серьезную экологическую опасность составляют процессы добычи урана для атомной отрасли и непредсказуемые аварии на атомных объектах с глобальными последствиями.

Несмотря на процесс глобализации, сохраняются значительные различия в ценностных ориентирах представителей разных цивилизаций, что обуславливает проблему выбора стратегии достижения международного ценностного «консенсуса»: необходима ориентация мирового сообщества либо на одну из систем национальных ценностей, либо движение по пути создания общей системы ценностей на основе интеграции в эту международную систему наиболее предпочтительных ценностей из разных национальных систем. Перспективным представляется именно этот путь. При выборе такого пути в международную систему ценностей в качестве главной, несомненно, должна быть включена ценность «природа», понимаемая как стратегия био(эко)центризма, а не антропоцентризма, стратегия максимального сохранения природных экосистем при стабилизации, а затем и сокращении (минимизации числа) антропогенно измененных ландшафтов, повсеместного использования в промышленном производстве и быту только

технологий, максимально приближенных к безотходным, наряду с ведением здорового образа жизни максимально возможным числом жителей планеты. Но и до создания международной ценностной системы ценность «природа» в указанном смысле должна стать главной для всех социумов. На это должны быть ориентированы и стимулируемы национальные системы образования и воспитания, системы национальной пропаганды, СМИ.

Наряду с этим огромную роль играет и то обстоятельство, что национальные государства в той или иной степени всегда взаимосвязаны между собой. В современных условиях это взаимодействие и интеграция резко возросли. Однако налицо «главное противоречие современной эпохи»: под влиянием процессов глобализации мировое сообщество практически по всем параметрам общественной жизни все больше становится единой целостной системой, тогда как механизмов управления, адекватных этой целостности, нет (Чумаков, 2012). Возникает проблема формирования Мирового правительства, Мирового парламента, Глобальной правовой системы, а для этого должны быть созданы соответствующие условия, важнейшими из которых являются:

- 1) общезначимые для всех основы морали;
- 2) единое правовое поле;
- 3) обеспечение совместной безопасности, включающей военное сотрудничество;
- 4) экономическое сотрудничество и согласованная финансовая политика в масштабах планеты;
- 5) политическое сотрудничество в планетарном масштабе;
- 6) религиозная толерантность и отделение церкви (религиозных институтов) от институтов (структур) глобального управления *как важнейшее условие* мирного сосуществования и конструктивного взаимодействия различных социумов;
- 7) научно-техническое сотрудничество, а также сотрудничество в сфере образования и здравоохранения как одно из условий для сбалансированного культурного и социального развития различных регионов и континентов;
- 8) общий (мировой) язык межнационального общения для поддержания коммуникации в различных сферах общественной жизни и развития межкультурного взаимодействия (Чумаков, 2012).

Проблема управления глобальной мировой системой может показаться утопичной. Однако над ней надо задумываться уже сейчас, поскольку в одиночку государства в нынешних и будущих условиях не смогут обеспечить относительно безопасное экологическое развитие ни свое собственное, ни, тем более, глобальной мировой системы. Гораздо сомнительнее, вреднее для человечества космические утопии, которые, по мнению Н.Ф. Реймерса (1992), даже не заслуживают анализа, поскольку никакие научные логические послышки не говорят о возможности внеземной жизни человека; безудержный космизм – это отражение земного экспансионизма и извечного стремления к экстенсивному развитию, «атавизм культуры прошлого». Конечно, как элемент познания космические исследования полезны, но «как способ бегства с Земли космизм антигуманен и ненаучен».

## Глава 4. Эргономические основы безопасности жизнедеятельности

По мнению философов, самым адекватным определением человека является *Homo agens*, т.е. человек действующий. Деятельность – специфическая для человека форма активности, направленная на целесообразное изменение и преобразование окружающего мира. Высшей формой деятельности является труд. Труд можно определить как процесс расходования человеческой рабочей силы, целенаправленно и целесообразно соединяющий средства труда с предметом и преобразующий его в полезный результат (продукт).

В соответствии с существующей классификацией трудовой деятельности различают:

- *формы труда, требующие значительной мышечной активности.* Этот вид трудовой деятельности имеет место при отсутствии механизированных средств для выполнения работ и характеризуется повышенными энергетическими затратами;

- *механизированные формы труда.* Их особенностью является уменьшение объема мышечной деятельности, большая скорость и точность движений, необходимых для управления механизмами. Однообразие простых, локальных действий, однообразие и малый объем информации приводят к монотонности и быстрому утомлению;

- *формы труда, связанные с автоматическим и полуавтоматическим производством.* Процесс обработки предмета труда целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций по обслуживанию станка. Характерные черты этого вида работ – монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала;

- *групповые формы труда – конвейер.* Эта форма труда определяется дроблением процесса труда на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту. При этом чем меньше интервал времени, затрачиваемый работающим на операцию, тем монотоннее работа, тем упрощеннее ее содержание, что приводит к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению;

- *формы труда, связанные с дистанционным управлением.* При этих формах труда человек включен в системы управления как необходимое оперативное звено. Различают формы управления производственным процессом, требующие частых активных действий человека, и формы управления, в которых действия оператора носят эпизодический характер (оператор контролирует показания приборов и поддерживает постоянную готовность к вмешательству в процесс управления);



- *формы интеллектуального (умственного) труда* подразделяются на управленческий, творческий, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся, студентов.

Главная функция труда как системы – производство потребительских стоимостей. Поэтому любой труд по сути своей является производительным трудом. Но есть у труда и другие функции, связанные с подготовкой и обеспечением, организацией и оптимизацией, эффективизацией процесса, хранением и реализацией продукта, охраной окружающей среды. Таким образом, труд – полифункциональная система. Данная система является предметом эргономических исследований.

Термин «эргономика» (от греч. *ergon* – работа, *nomos* – закон) был предложен польским ученым В. Ястшембовским, опубликовавшим в 1857 г. работу «Черты эргономики, т.е. науки о труде». Спустя почти сто лет в 1949 г. термин «эргономика» получил права гражданства в Англии, где было организовано первое научное эргономическое общество.

Эргономику определяют как научную дисциплину, изучающую трудовые процессы с целью создания оптимальных условий труда, что способствует увеличению его производительности, а также обеспечивает необходимые удобства и сохраняет силы, здоровье и работоспособность человека.

Предметом эргономики является трудовая деятельность, а объектом исследования – глазами системы «человек – техника – среда» (СЧТС). Аналогичную область знаний в США называют «человеческими факторами», в Германии – «антропотехникой».

Наиболее существенная предпосылка, лежащая в основе эргономических исследований и разработок заключается в том, что люди влияют на эффективность всего, с чем взаимодействуют. Системы, обслуживаемые людьми должны проектироваться так, чтобы персонал управлял ими эффективно, безопасно и без чрезмерного напряжения, т.е. должны создаваться системы, с которыми люди охотно бы работали.

Крайне важной предпосылкой развития эргономики следует считать феномен роста травматизма и рост числа нервно-психических заболеваний, вызванных, так называемым «индустриальным стрессом». Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве погибает 200 тыс. человек и 120 млн. человек получают травмы.

Существенным моментом в развитии эргономики стал отказ от стратегии «приспособления человека к данной работе» (путем профориентации, профотбора и т.п.), сторонники которой рассматривают работу как постоянную величину, а человека как переменную. Сегодня внимание концентрируется на работе и производственной среде, их приспособлении к возможностям и способностям человека с реализацией принципа «человек становится постоянной, а работа переменной величиной».

Задача эргономики – адаптация работы и условий труда к человеку в самом широком смысле этого слова, обеспечение наилучшего соответствия

возможностей человека, его осознаваемых и неосознаваемых потребностей с тем, что предоставляет среда в пяти аспектах: информационном, биофизическом, пространственно-антропометрическом, энергетическом, технико-эстетическом.

Требование **информационной совместимости** состоит в том, чтобы обеспечить создание такой информационной модели, которая отражала бы все нужные характеристики машины в данный момент и в то же время позволяла бы оператору безошибочно принимать и перерабатывать информацию, не перегружая его внимание и память. Другими словами информационная модель должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека. От решения данной задачи зависят безопасность, точность, качество, производительность труда.

**Биофизическая совместимость** предполагает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает достаточную работоспособность и нормальное психофизиологическое состояние оператора.

**Пространственно-антропометрическая** совместимость предусматривает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения тела оператора в процессе работы.

**Энергетическая совместимость** подразумевает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями оператора в отношении скорости и точности движений, прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности.

**Технико-эстетическая** совместимость предполагает современный, изящный дизайн прибора или устройства и связанную с ним удовлетворенность человека от общения с машиной, от процесса труда.

Достижение главной цели эргономических исследований – согласование конструкции машин с рабочими характеристиками человека осуществляется путем практического применения знаний и опыта, накопленного всеми науками и научными дисциплинами в отношении человека.

Эргономика тесно связана с физиологией труда, инженерной психологией, гигиеной труда; по природе своей занимается профилактикой охраны труда (комплекс правовых, организационных, технических, экономических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности труда и сохранения здоровья работающих). Эргономика опирается в своих исследованиях на антропологию, медицину, все направления кибернетики и многие из разделов математики, специальные технические знания и гуманитарные науки. С ней же смыкаются исследование операций, системотехника, автоматика, теория информации, теория принятия решений и многое другое.

Таким образом, эргономика является самостоятельной областью научного знания со своими специфическими задачами, предметом и методами исследования.

## **4.1. Общие представления об операторской деятельности**

### **4.1.1. Основные черты и этапы деятельности человека-оператора**

Современная инженерно-психологическая трактовка трудовой деятельности может быть сформулирована так: любой труд в условиях комплексной механизации и автоматизации является, либо становится профессиональным трудом операторского типа.

Различают два типа систем «человек – техника – среда» (СЧТС):

- с промежуточными устройствами в виде простых орудий труда;
- с промежуточными устройствами в виде машин.

При работе с простыми орудиями труда весь поток информации, необходимый для управления воздействием на предмет труда, преобразует человек и он, таким образом, во всех отношениях и в любой момент осуществляет и контролирует процесс воздействия.

Машина является преобразователем не только энергии, но и информации, т.е. она частично без участия человека формирует командные сигналы и регулирует воздействия.

В результате принципиальная особенность работы человека с машиной заключается в неполном контроле с его стороны за протеканием процесса воздействия на предмет труда.

Человека, работающего с помощью машины, называют оператором. Наиболее характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управлением объектами, и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи. Оператор видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации (СОИ). При необходимости оператор пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими сенсомоторное поле. СОИ и сенсомоторные устройства – так называемая информационная модель машины (комплекса).

Информационная модель – совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды, на основе которой оператор производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

Таким образом, под «человеком – оператором» в эргономике понимается человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой посредством информационной модели.

Все антропометрические, физиологические и психологические свойства человека, так или иначе связанные с его деятельностью в СЧТС можно назвать эргономическими.

Эргономические свойства оператора не есть абсолютная, неизменная величина. Они зависят от многочисленных изменчивых факторов внешней среды, специфики работы, меняющейся от одной управляющей системы к другой, степени подготовки оператора и даже его индивидуальности.

Рассмотрим основные этапы деятельности оператора.

Первый этап – восприятие информации – процесс, включающий следующие различные операции: обнаружение объекта восприятия, выделение в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче, ознакомление с выделенными признаками и опознание объекта восприятия.

Второй этап – оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее выданных или сформированных критериев оценки. Оценка производится на основе сопоставления воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней моделью обстановки.

Третий этап – принятие решения о действиях – акт, формируемый на основе проведенного анализа информационной и сложившейся у оператора моделью системы управления.

В ряде случаев задача определяется заранее заданным, известным оператору алгоритмом решения. Тогда основой взаимодействия оператора с информационной моделью является выбор наилучшего из имеющихся в его распоряжении средств.

Четвертый этап – приведение принятого решения в исполнение посредством определенного действия (системы действий) или отдачи соответствующих распоряжений.

Пятый этап – контроль за результативностью исполнения принятого решения.

После завершения этого этапа оператор приступает к решению другой возникшей задачи. Первые два этапа называют информационным поиском, последующие три объединяются понятием обслуживания.

#### **4.1.2. Психические процессы, лежащие в основе трудовой деятельности оператора**

В эргономических исследованиях при рассмотрении проблемы обеспечения безопасности труда необходимо учитывать психологические особенности человека. Изучение психических процессов и свойств человека позволяет выяснить, какие требования к техническим устройствам вытекают из особенностей человеческой деятельности. Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно – психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности,

недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным работам лиц с повышенным риском травматизации, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста. Статистика показывает, что от 60 до 90 процентов травм в быту и на производстве происходит по вине пострадавших.

Указанные причины демонстрируют важность применения знаний по психологии для обеспечения эффективности и безопасности трудовой деятельности человека.

Работа человека – оператора, как правило, характеризуется значительным объемом информации, которую требуется обработать в заданные промежутки времени. В связи с этим одной из первых задач является задача определения "пропускной способности" человека оператора. Пропускная способность оператора зависит от способа представления информации, способа кодирования и других факторов.

Оператор, работающий с информационной моделью, должен с ее помощью создать свое собственное представление о состоянии управляемых объектов или всей системы в целом. Это собственное представление человеком-оператором обстановки или состояния объектов называют *концептуальной моделью*. Концептуальная модель строго индивидуальна. Для создания оптимальных условий оперативного управления стремятся сблизить структуру информационной и концептуальной модели.

Для эргономики большое значение имеют психические процессы, без которых невозможно формирование знаний и приобретение жизненного опыта. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы. Рассмотрим более подробно некоторые из них.

**Внимание.** Внимание – направленность психической деятельности и сознания человека на избирательное восприятие определенных предметов и явлений. Внимание может быть произвольным и непроизвольным. На практике значительную роль играют такие аспекты как колебания, распределение, переключение внимания, а также его активность, широта, интенсивность и устойчивость.

**Эмоции в операторской деятельности.** Эмоции – это отражение объективных отношений, в которых предметы и явления внешнего мира имеют ярко выраженную субъективную окраску и охватывают все виды чувствительности и переживаний.

Эмоции могут быть вызваны конкретными условиями определенной трудовой деятельности (эмоции, связанные с организацией трудового процесса, производственными условиями, отношениями в данном коллективе и т.д.).

Безусловно, эмоции – это состояния, оказывающие влияние на работоспособность. Не вызывает сомнений зависимость продуктивности (работоспособности) человека от степени эмоциональной активизации. Между высоким и низким уровнями эмоциональной активизации находится уровень, называемый оптимальным, который не затрудняет выполнение рабочих заданий и изменяется в зависимости от сложности задачи и других

факторов. Нормальная нагрузка (эмоциональная стимуляция) оператора не должна превышать 40-60 % максимальной нагрузки.

Среди отрицательных эмоций, свойственных современному производству, отмечают эмоции "напряженности" и эмоции "растерянности". Эмоции "напряженности" возникают при чрезмерной плотности сигналов, отсутствии ритма в работе, большой ответственности, возможности аварийных ситуаций, недостаточной профессиональной подготовленности и т.д. Напряженность проявляется в нарушении движений, скованности позы, неадекватно сильных или быстрых двигательных движениях, большом количестве лишних движений, нарушении координации движений.

Происходит нарушение психических процессов – сужение объема внимания, недостаточное распределение и переключение его, замедленность в принятии решений и нарушение способности оценки ситуаций.

Очень близко к "напряженности" стоит эмоция "растерянности", при которой нарушается в первую очередь функция внимания и понимания.

**Память.** Это способность к воспроизведению прошлого опыта, одно из основных свойств нервной системы, выражающееся в способности хранить информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма, и многократно вводить ее в сферу сознания и поведения. Выделяют составные элементы процесса памяти: запоминание, сохранение, последующее узнавание и воспроизведение того, что было в нашем прошлом опыте.

Существуют особые виды памяти: моторная, эмоциональная, образная, эйдетическая и словесно-логическая. Важное значение имеет классификация памяти по временным характеристикам. Выделяют кратковременную, долговременную и оперативную память.

Сенсорная память (зрительная, слуховая, двигательная) характеризуется емкостью и длительностью хранения информации. Емкость зрительной сенсорной памяти достигает 36 элементов, слуховой памяти – 12. В слуховой памяти след хранится 1-2 секунды, в двигательной и сенсорной памяти до 120 секунд. Для зрительной памяти длительность следа яркости после образа составляет 40 – 50 миллисекунд.

Обобщив многочисленные данные исследований способности человека перерабатывать информацию, Д. Миллер пришел к выводу, что за короткий период наблюдения человек может запомнить и повторить названия от 5 до 9 незнакомых объектов, или  $7 \pm 2$ . Объем запоминания материала возрастает при наличии логических и смысловых ассоциативных связей между его отдельными частями.

**Ощущение.** Это простейший процесс, заключающийся в отражении отдельных свойств или явлений материального мира, а также внутренних состояний организма при непосредственном воздействии раздражителей на соответствующие рецепторы. Существуют ощущения нескольких видов: зрительные, слуховые, кожные, обонятельные, кинестетические, органические (интерорецепторные).

**Восприятие.** Это процесс отражения в сознании человека предметов или явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств, в ходе

которого происходит упорядочение и объединение отдельных ощущений в целостные образы предметов и событий.

Восприятие времени – отражение объективной длительности, скорости и последовательности явлений действительности. Восприятие пространства – восприятие формы и взаимного расположения объектов, их рельефа, удаленности и направления, в котором они находятся. Восприятие движения – отражение изменения во времени положения объектов в пространстве. Наблюдение – целенаправленное планомерное восприятие.

**Мышление.** Это процесс обобщенного и опосредованного познания существенных связей и отношений, существующих между предметами и явлениями. Анализ – мысленное расчленение предметов и явлений на образующие их части, выделение в них отдельных признаков и свойств. Синтез – мысленное соединение отдельных элементов, частей и признаков в единое целое. Конкретизация – умственная операция, в процессе которой человек придает предметный характер той или иной абстрактно-обобщенной мысли, понятию, закону. Обобщение – умственная операция, состоящая в мысленном объединении предметов или явлений по общим и существенным признакам.

Наглядно-действенное мышление – вид мышления, которое осуществляется человеком в форме предметных действий. Наглядно-образное мышление – вид мышления, которое осуществляется в форме наглядных образов. Абстрактное мышление – вид мышления, опирающийся на общие и отвлеченные понятия.

**Воображение.** Это процесс создания образов-представлений нового, т.е. того, что в прошлом данный человек не воспринимал, с чем раньше не встречался. Непроизвольное (пассивное) воображение возникает без всякого намерения со стороны человека. Произвольное (активное) воображение возникает в результате поставленной человеком цели, намерения. Воссоздающее (репродуктивное) воображение – вид активного воображения, которое возникает на основе описаний или изображений, выполненных другими. Творческое воображение (вид активного воображения) заключается в самостоятельном создании нового образа.

### 4.1.3. Мотивация

Проблема мотивации к труду является одной из самых сложных и старых в истории человечества. Всякая деятельность исходит из определенных мотивов и направлена на достижение определенных целей. Отношение "мотив-цель" – это своего рода "вектор", задающий ее направленность и интенсивность.

Мотив понимается как врожденная потребность; как нарушение внутреннего равновесия с окружающей средой; как осознанное стремление к определенному типу удовлетворения; как стремление, к получению новой информации о собственных способностях и компетентности. Мотив может иметь одно из двух направлений: стремление к чему-либо, или избегание чего-либо, т.е. тенденцию к поиску удовольствия или тенденцию избегания

неудовольствия. В области деятельности такие мотивы называют "надеждой на успех" и "боязнью неудачи".

Можно выделить следующие группы мотивов (потребностей):

1. "Экзистенциальные"<sup>2</sup> потребности. Они должны быть удовлетворены для безопасного выживания индивида (базисные потребности).

2. Потребности в "установлении связей". Это мотивы, имеющие целью установление контакта, а также выражающие чувство близости к другим людям и внимание к себе с их стороны потребности в контакте.

3. Потребности "развития". Они выражают стремление человека к созиданию и внесению новизны в ситуацию, в которой он находится (стремление к самоутверждению).

В признанной теории А. Маслоу разделил потребности человека на пять основных уровней по иерархическому принципу, который означает, что человек при удовлетворении своих потребностей движется как по лестнице, переходя от низкого уровня к более высокому (рис. 4.1).

Применение теории иерархии потребностей Маслоу к реальной жизни в качестве основы для построения системы мотивации и стимулирования труда должно проводиться с учетом индивидуальной и уникальной системы ценностей каждого человека. Важным моментом является понимание того факта, что потребность высшего уровня не всегда является логическим (иерархическим) продолжением потребностей более низкого уровня.



Рис. 4.1. Иерархия потребностей (пирамида Маслоу)

<sup>2</sup>Специфические человеческие потребности, вырастающие из попыток раскрыть смысл существования, избежав при этом помрачения рассудка. Здоровый индивидум обладает способностью находить пути соединения с миром, удовлетворяя потребности в установлении связей, преодолении себя, укорененности в мире, самоидентичности, наконец, в наличии системы ценностей.



В области исследования мотиваций введены такие понятия как побуждение, импульс, цель, потребность и др. Они отражают естественное стремление человека установить определенное отношение между поведением и внутренними для личности условиями. Таким образом, поведение можно рассматривать как функцию способностей и мотивации. Поскольку мотивационные влияния проявляются в решениях, принимаемых отдельными индивидами, можно утверждать следующее:

$$\text{достижения} = (\text{способности}) \times (\text{решения}).$$

Трудовая деятельность всегда направлена на реализацию цели, представленной в виде предвосхищаемого результата. Цель как бы связывает социально психологические и процессуальные аспекты деятельности.

## 4.2. Практические состояния человека - оператора

Практические состояния\* возникают как следствие определенных условий трудовой деятельности. Выделяют шесть отрицательных практических состояний: психическое утомление, монотония, психическая напряженность, тревожность, эмоциональный стресс, отсутствие мотивации.

Любая деятельность характеризуется осознанностью цели, наличием средств её достижения и результатом труда. Целью человека в СЧТС является получение продукта, выполнение транспортных или других задач и обеспечение при этом максимальной безопасности. Средствами достижения цели служат техника, энергия, информация в необходимом для работы объеме. Результат должен соответствовать цели труда, иметь заданный уровень качества и должен быть получен в установленное время.

В идеальном случае человек-оператор располагает всем необходимым (цель – средство – результат) для успешного выполнения своих функций и находится в состоянии функционального комфорта (табл. 4.2).

Таблица 4.2

**Практические состояния  
как следствия условий работы человека-оператора**

Состояние	Осознание цели	Достаточность средств	Очевидность результатов
Функциональный комфорт	+	+	+
Психическая напряженность	+	-	+
Психическое утомление	+	+	-
Отсутствие мотивации	-	+	+
Эмоциональный стресс	+	-	-
Монотония	-	+	-
Тревожность	-	-	+
Индифферентное состояние	-	-	-

\* Практис (от греч. praxis – действие) – способность к выполнению целенаправленных двигательных актов.

В идеальном случае человек-оператор располагает всем необходимым (цель – средство – результат) для успешного выполнения своих функций и находится в состоянии функционального комфорта (табл. 4.2).

В большинстве же случаев он вынужден:

1. Самостоятельно формулировать конкретную цель своих действий в данных условиях, находить ее в должностных или технических инструкциях, получать ее от руководителей, лично принимать ответственные решения;
2. Вести самостоятельный поиск средств деятельности, или реконструировать имеющиеся оборудование, знания, информацию применительно к обстановке;
3. Добиваться положительного результата сколь угодно долго, прилагая для этого большие усилия, работать в условиях дефицита информации об итогах своей работы и даже о назначении своих действий. Разнообразные ситуации, которые возникают в этих условиях, продуцируют соответствующие психические состояния (табл. 4.2).

#### **4.3. Особые психические состояния**

Организация контроля за психическим состоянием операторов необходима в связи с возможностью появления у специалистов особых психических состояний, которые не являются постоянным свойством личности, но, возникая спонтанно и под влиянием внешних факторов, существенно изменяют работоспособность человека. Ниже рассмотрены некоторые из них.

**Параксизмальные состояния** – группа расстройств различного происхождения (органические заболевания головного мозга, эпилепсия, обмороки), характеризующиеся кратковременной, от секунд до нескольких минут, утратой сознания. При выраженных формах наблюдаются падения человека и судорожные движения тела и конечностей.

Параксизмальные перерывы в операторской деятельности могут быть причиной губительных последствий особенно для водителей транспорта, верхолазов, монтажников, строителей, работающих на высоте. Современные средства психофизиологических исследований позволяют своевременно выявлять лиц со скрытой склонностью к параксизмальным состояниям.

**Психогенные изменения настроения и аффективные состояния** возникают под влиянием психических воздействий. Снижение настроения и апатия могут длиться от нескольких часов до 1-2 месяцев.

Снижение настроения наблюдается при гибели родных и близких людей, после конфликтных ситуаций. При этом появляются безразличие, вялость, общая скованность, заторможенность, затруднение переключения внимания, замедление темпа мышления. Снижение настроения сопровождается ухудшением самоконтроля и может быть причиной производственного травматизма.

Под влиянием обиды, оскорбления, производственных неудач могут развиваться аффективные состояния (аффект – взрыв эмоций). В состоянии аффекта у человека развивается психогенное (эмоциональное) сужение сознания. При этом наблюдаются резкие движения, агрессивные и разрушительные действия. Лица склонные к эффектным состояниям, относятся к категории с повышенным риском травматизации и не должны назначаться на специальности с высокой ответственностью.

**Лекарственные изменения** психического состояния связаны с употреблением психически активных средств. Современная медицина располагает большим арсеналом психофармакологических средств, оказывающих влияние на психическую деятельность и состояние людей.

Практический опыт свидетельствует, что прием легких стимуляторов (чай, кофе) помогает в борьбе с сонливостью и может способствовать повышению работоспособности на короткий период. Однако прием активных стимуляторов на ответственных видах работ способен вызвать отрицательный эффект – ухудшается самочувствие, уменьшается подвижность и скорость реакций. Распространенное среди населения употребление транквилизаторов представляет особую проблему. Оказывая выраженное успокоение и предупреждая развитие неврозов, эти препараты могут снизить психическую активность, замедлить реакции, вызвать апатию и сонливость.

Пьянство и алкоголизм также представляют серьезную проблему для безопасности в трудовых процессах. Алкоголь не совместим с безопасностью труда. Эта несовместимость определяется тем отрицательным влиянием, которое оказывает его употребление на индивидуальные качества, которые позволяют человеку на производстве избегать аварий и несчастных случаев, а в экстремальных (аварийных) условиях принимать правильные решения по обеспечению личной безопасности и безопасности рабочей зоны. По различным данным автомобильный травматизм в 40-60% случаев связан с употреблением алкоголя. Имеется сообщение, что смертельные случаи на производстве в 64% обусловлены приемом алкоголя и ошибочными действиями погибших.

При поступлении алкоголя в организм человека в первую очередь нарушается деятельность клеток коры больших полушарий головного мозга, затем клеток спинного мозга и глубоких отделов головного мозга. Алкоголь действует угнетающе на процессы торможения: происходит растормаживание подкорковых центров, что вызывает возбуждение в состоянии алкогольного опьянения; при возрастании степени опьянения угнетение распространяется и на подкорковые центры головного мозга.

Слабый контроль за эмоциями легко реализуется в действия. Человек утрачивает способность оценивать ситуацию в целом, свое место в ней и взаимоотношения с окружающими. Речь становится нечеткой, усугубляется нечеткость в движениях, походке, выполнении привычных действий из-за расстройства вестибулярного аппарата. Затрудняется правильное восприятие скорости и расстояния.

При систематическом употреблении спиртных напитков у человека возникает специфическое заболевание с прогрессирующим течением – алкоголизм, при котором наступает общее расстройство всего организма.

Действие наркотиков на организм человека намного опаснее, чем действие алкоголя. Наркотики – это вещества, различные по своему химическому составу и по действию на организм. Действие их в зависимости от дозы может быть прямо противоположным, но одно объединяет эти вещества: все они отрицательно влияют на психику человека. Как правило, наркомания возникает при злоупотреблении одним наркотиком, но возможна зависимость от двух и более наркотических веществ (полинаркомания).

По своему характеру наркомания во многом сходна с алкоголизмом, но отличается более быстрым развитием, признаки заболевания появляются в короткие сроки, а последствия могут быть малообратимыми. Речь идет об острых отравлениях наркотиками (даже смертельных) и о быстроразвивающихся нарушениях физического здоровья, грубых изменениях личности. Действие наркотика на организм связано с нарушениями функции центральной нервной системы (головного мозга) и периферической нервной системы. После принятия наркотика кратковременное состояние мнимого благополучия сменяется глубокой депрессией, состоянием оглушенности, искажением восприятия, нарушением мышления. В этот период у больных зачастую наблюдаются судорожные припадки, острый психоз подобно "белой горячке" при алкоголизме, во время которого возникает угроза для жизни больного и опасность для окружающих. Но и при благоприятном исходе еще долгое время остается подавленное настроение, чувство усталости, разбитости, поверхностный сон. У людей, принимающих наркотические вещества, снижается память, способность к обучению и восприятию. Употребление наркотиков в подростковом и юношеском возрасте ведет к задержке развития социальных и трудовых навыков.

Наркотик, воздействуя на нервную систему и нарушая ее функции, вызывает настоящую цепную реакцию, изменения в других системах организма. Употребление наркотиков ведет к воспалительным изменениям в почках, вызывает серьезные нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта, приводит к тяжелым заболеваниям сердца и сосудов. Угнетаются функции печени, в легких развиваются застойные явления, подавляется иммунитет. При непосредственном обеспечении безопасности труда учитывают, что больных алкоголизмом и в особенности людей, склонных к употреблению наркотиков, нельзя допускать к ответственным работам и работам с повышенной опасностью, а также к трудовым процессам, связанным с применением различных видов спиртов и препаратов наркотического действия.

#### 4.4. Негативные факторы производственной среды

*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.

##### 4.4.1. Классификация условий трудовой деятельности

*Условия труда* – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

В соответствии с ГОСТ 12.0.002-80 различают четыре группы факторов трудовой деятельности:

- *физические факторы*, включающие микроклиматические параметры и запыленность воздушной среды, все виды излучений, виброакустические характеристики рабочего места и качество освещения;
- *химические факторы*, включающие некоторые вещества биологической природы;
- *биологические факторы*, куда отнесены патогенные микроорганизмы, белковые препараты, а также препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов;
- *факторы трудового процесса*.

Условия труда, при которых воздействие на работающего вредных и опасных производственных факторов исключено или их уровень не превышает гигиенических нормативов (Р.2.2.2006-05 «Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса»), называют **безопасными условиями труда**.

Условия труда в целом оцениваются по четырем классам, которые представлены схемой на рис. 2. *Безопасные условия труда* – это оптимальные (1-й класс) и допустимые (2-й класс) условия.

**Оптимальные (комфортные) условия труда (1-й класс)** обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека. Этот класс установлен только для оценки параметров микроклимата и факторов трудового процесса. Для остальных факторов условно оптимальными считаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы не превышают безопасных пределов для населения.

**Допустимые условия труда (2-й класс)** характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест. Возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающего и его потомство. Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

**Вредные условия труда (3-й класс)** характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомства. В зависимости от уровня превышения нормативов факторы этого класса подразделяются на четыре степени вредности:

3.1 – вызывающие обратимые функциональные изменения организма;

3.2 – приводящие к стойким функциональным нарушениям и росту заболеваемости;

3.3 – приводящие к развитию профессиональной патологии в легкой форме и росту хронических заболеваний;

3.4 – приводящие к возникновению выраженных форм профессиональных заболеваний, значительному росту хронических и высокому уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

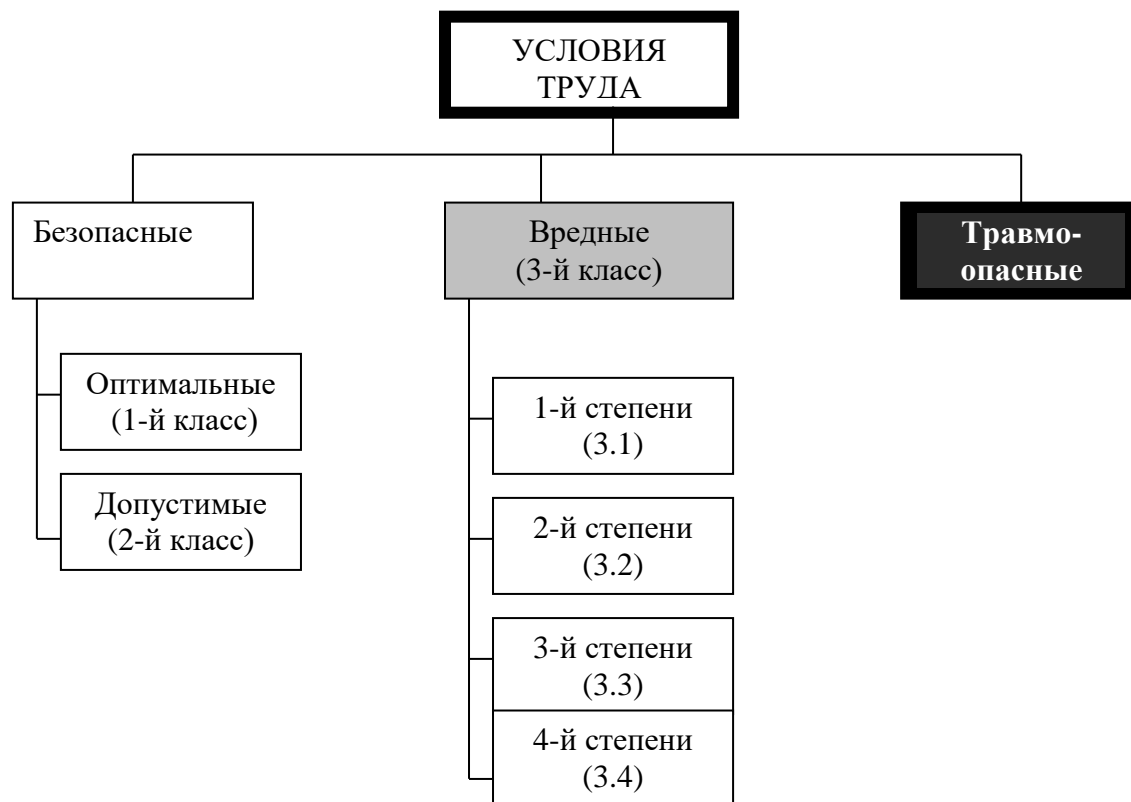


Рис. 4.2. Классы условий труда

**Травмоопасные (экстремальные) условия труда (4-й класс).** Уровни производственных факторов этого класса таковы, что их воздействие на протяжении рабочей смены или ее части создает угрозу для жизни и/или высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Работа в условиях несоответствия нормативным требованиям возможна только с сокращением времени воздействия вредных производственных факторов, т. е. сокращением рабочей смены – защита временем.

При оценке воздействия негативных факторов на человека следует учитывать степень влияния их на здоровье и жизнь человека, уровень и характер изменений функционального состояния и возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможности развития последних.

Чтобы исключить необратимые биологические эффекты, воздействие факторов ограничивается предельно допустимыми уровнями или предельно допустимыми концентрациями.

Предельно допустимый уровень или предельно допустимая концентрация – это максимальное значение фактора, которое, воздействуя на человека (изолированно или в сочетании с другими факторами), не вызывает у него и у его потомства биологических изменений даже скрытых и временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов, а также психологических нарушений (снижения интеллектуальных и эмоциональных способностей, умственной работоспособности). ПДК и ПДУ устанавливают для производственной и окружающей среды.

При их принятии руководствуются следующими принципами:

- приоритет медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов перед прочими подходами (технической достижимостью, экономическими требованиями);
- пороговость действия неблагоприятных факторов (в том числе действия, ионизирующего излучения);
- опережение разработки и внедрения профилактических мероприятий появления опасного и вредного фактора.

Ниже рассмотрено воздействие на организм человека и гигиеническое нормирование негативных факторов техносферы.

#### **4.4.2. Механические опасности**

Под механическими опасностями понимают такие нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами гравитации или кинетической энергией тел.

Механические опасности создаются падающими, движущимися, вращающимися объектами природного и искусственного происхождения.

Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт,

здания и сооружения и многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами.

Величину механических опасностей можно оценить по-разному. Например, количеством движения  $mv$ , кинетической энергией  $0,5 mv^2$ , запасенной энергией  $mgh$  ( $m, v$  – масса и скорость тела соответственно,  $h$  – высота,  $g$  – ускорение свободного падения).

Объекты, представляющие механическую опасность, можно разделить по наличию энергии на два класса: *энергетические* и *потенциальные*. Энергетические объекты воздействуют на человека, так как имеют тот или иной энергетический потенциал. Потенциальные механические опасности лишены энергии. Травмирование в этом случае может произойти за счет энергии самого человека. Например, колющие, режущие предметы (торчащие гвозди, заусенцы, лезвия и т. п.) представляют опасность при случайном контакте человека с ними. К потенциальным опасностям относятся и такие опасности, как неровные и скользкие поверхности, по которым передвигается человек, высота возможного падения, открытые люки и др. Перечисленные безэнергетические опасности являются причиной многочисленных травм (переломов, вывихов, сотрясений головного мозга, падений, ушибов).

Защита от механических опасностей осуществляется разными способами, характер которых зависит от конкретных условий деятельности. Хорошо разработаны также способы оказания доврачебной помощи и лечения последствий механических опасностей.

#### 4.4.3. Механические колебания

К механическим колебаниям относятся: *вибрация, шум, инфразвук, ультразвук*.

Общим свойством этих физических процессов является то, что они связаны с переносом энергии. При определенной величине и частоте эта энергия может оказывать неблагоприятное воздействие на человека: вызывать различные заболевания, создавать дополнительные опасности.

##### **Вибрация**

**Общая характеристика.** Вибрацией называются механические колебания, испытываемые каким-то телом. Причиной вибрации являются неуравновешенные силовые воздействия. Вибрация находит полезное применение в медицине (вибромассаж) и в технике (вибраторы). Однако длительное воздействие вибрации на человека является опасным. Опасна вибрация при определенных условиях и для машин и механизмов, так как может вызвать их разрушение.

Различают *общую и локальную (местную) вибрации*.



Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, местная воздействует на отдельные части тела. Иногда работающий может одновременно подвергаться общей и местной вибрации (комбинированная вибрация). Вибрация нарушает деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, вызывает вибрационную болезнь. Особенно опасна вибрация на резонансных или околорезонансных частотах (6-9 Гц).

*Основными параметрами*, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда смещения, то есть величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия; амплитуда колебательной скорости и колебательного ускорения; период колебаний  $T$  – время между двумя последовательным одинаковыми состояниями системы; частота  $f$ .

**Нормирование.** Различают санитарно-гигиеническое и техническое нормирование вибрации. Вибрация нормируется стандартами и другими правилами и нормами.

**Защита.** Существует несколько основных направлений борьбы с вибрацией: борьба с вибрацией в источнике ее возникновения, вибродемпфирование, виброгашение, виброзащита.

Для защиты от вибрации применяются специальные средства индивидуальной защиты (рукавицы, перчатки).

## Шум

Всякий нежелательный звук принято называть шумом. Шум вреден для здоровья, снижает работоспособность, повышает уровень опасности.

**Общая характеристика.** Шум – это механические колебания, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде. Частицы среды при этом колеблются относительно положения равновесия. Звук распространяется в воздухе со скоростью 344 м/с. Шум создается источником, который имеет определенную мощность  $P$ . Мощность, приходящаяся на единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения звука, называется интенсивностью звука  $I$ , Вт/м<sup>2</sup>. Давление  $P$ , возникающее в среде при прохождении звука, называется акустическим. Оно измеряется в Н/м<sup>2</sup> или Па.

Абсолютные значения интенсивности и давления меняются в широких пределах. Пользоваться абсолютными значениями этих характеристик шума неудобно. Поэтому введены особые показатели, называемые уровнями, которые выражаются в децибелах (дБ).

Слуховой аппарат человека наиболее чувствителен к звукам высокой частоты. Поэтому для оценки шума необходимо знать его частоту, которая измеряется в герцах (Гц), то есть числом колебаний в секунду. Ухо человека воспринимает звуковые колебания в пределах 16-20 000 Гц. Ниже 16 Гц и выше 20 000 Гц находятся соответственно области неслышимых человеком инфразвуков и ультразвуков.

Вредное воздействие шума зависит и от длительности нахождения человека в неблагоприятных в акустическом отношении условиях. Поэтому введено понятие дозы шума. Доза шума –  $D$  в Па<sup>2</sup> × ч – интегральная

величина, учитывающая акустическую энергию, воздействующую на человека за определенный период времени.

**Нормирование.** Нормирование может осуществляться несколькими методами:

- 1) по предельному спектру (ПС). ПС – это восемь нормативных уровней звукового давления на частотах от 31,5 до 8000 Гц (в октавных полосах);
- 2) нормирование уровня звука в дБА;
- 3) по дозе шума.

**Защита.** Измерение шума проводят с целью определения уровней звуковых давлений на рабочих местах и соответствия их санитарным нормам, а также для разработки и оценки эффективности различных шумоглушающих мероприятий. Основным прибором для измерения шума является шумомер.

Для снижения шума могут быть применены следующие методы:

- 1) снижение шума в источнике;
- 2) изменение направленности излучения;
- 3) рациональная планировка предприятий и цехов, акустическая обработка помещений;
- 4) снижение шума на пути его распространения;
- 5) средства индивидуальной защиты от шума.

### **Инфразвук**

Неслышимая человеком область колебаний. Обычно верхний границей инфразвуковой области считают частоты 16-25 Гц. Нижняя граница инфразвука не определена.

Для инфразвука характерно малое поглощение. Поэтому инфразвуковые волны могут распространяться на очень большие расстояния.

Защита от инфразвука представляет серьезную проблему.

### **Ультразвук**

**Общая характеристика.** Ультразвук находит широкое применение в металлообрабатывающей промышленности, машиностроении, металлургии и т. д. Частота применяемого ультразвука от 20 кГц до 1 МГц, мощности – до нескольких киловатт.

Ультразвук оказывает вредное воздействие на организм человека. У работающих с ультразвуковыми установками нередко наблюдаются функциональные нарушения нервной системы, изменения давления, состава и свойства крови. Часты жалобы на головные боли, быструю утомляемость, потерю слуховой чувствительности.

Ультразвук может действовать на человека как через воздушную среду, так и через жидкую или твердую (контактное действие на руки).

Уровни звуковых давлений в диапазоне частот от 11 до 20 кГц не должны превышать соответственно 75-110 дБ, а общий уровень звукового давления в диапазоне частот 20-100 кГц не должен превышать 110 дБ.

**Защита.** Защита от действия ультразвука при воздушном облучении может быть обеспечена:

- 1) путем использования в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше;
- 2) путем выполнения оборудования, излучающего ультразвук, в звукоизолирующем исполнении (типа кожухов).
- 3) путем устройства экранов, в том числе прозрачных, между оборудованием и работающим;
- 4) размещение ультразвуковых установок в специальных помещениях, выгородках или кабинах, если перечисленными выше мероприятиями невозможно получить необходимый эффект.

Защита от действия ультразвука при контактном облучении состоит в полном исключении непосредственного соприкосновения работающих с инструментом, жидкостью и изделиями, поскольку такое воздействие наиболее вредно.

#### **4.4.4. Электрический ток**

**Действие электрического тока на человека.** Носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое (нагрев тканей, ожоги), электролитическое (нарушение физико-химического состава жидкостей), а также биологическое (судорожные сокращения мышц) действия.

Это многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, механические повреждения) и электрическим ударам.

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов: значения тока, проходящего через тело человека; электрического сопротивления человека; уровня приложенного к человеку напряжения; продолжительности воздействия электрического тока; пути тока через тело человека; рода и частоты электрического тока; условий внешней среды и других факторов.

**Критерии безопасности электрического тока.** При проектировании, расчете и эксплуатационном контроле защитных систем руководствуются допустимыми значениями тока при данном пути его протекания и длительности воздействия в соответствии с ГОСТ 12.1.038-82.

При длительном воздействии допустимый ток принят в 1 мА. При продолжительности воздействия до 30 с – 6 мА.

**Основные причины поражения электрическим током.** Выделяют следующие основные причины поражения электрическим током.

- 1) Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате: ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей и др.
- 2) Появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате: повреждения изоляции токоведущих частей; замыкания фазы сети на землю; падения провода (находящегося под напряжением) на конструктивные части электрооборудования и др.
- 3) Появление напряжения на отключенных токоведущих частях в результате: ошибочного включения отключенной установки; замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями; разряда молнии в электроустановку и др.
- 4) Возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате: замыкания фазы на землю; выноса потенциала протяженным токопроводящим предметом (трубопроводом, железнодорожными рельсами); неисправностей в устройстве защитного заземления и др. *Напряжением шага* называется напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека.

**Технические способы и средства защиты.** Для обеспечения электробезопасности применяют отдельно или в сочетании один с другим следующие технические способы и средства защиты: недоступность токоведущих частей, находящихся под напряжением, электрическое разделение сети, малые напряжения, двойная изоляция, выравнивание потенциалов, защитное заземление, зануление, защитное отключение и др. К техническим способам и средствам также относятся предупредительная сигнализация, знаки безопасности, средства индивидуальной и коллективной защиты, предохранительные приспособления и др.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, ограждением, различными блокировками, размещением токоведущих частей на недоступном расстоянии.

#### 4.4.5. Электромагнитные поля

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет особую форму материи. Всякая электрически заряженная частица окружена электромагнитным полем, составляющим с ней единое целое. Но электромагнитное поле может существовать и в свободном, отделенном от заряженных частиц, состоянии в виде движущихся со скоростью, близкой к  $3 \times 10^8$  м/с, фотонов или вообще в виде излученного движущегося с этой скоростью электромагнитного поля

(электромагнитных волн). Спектр электромагнитных колебаний по частоте достигает  $10^{21}$  Гц. В зависимости от энергии фотонов (квантов) его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля.

### **Электромагнитное поле промышленной частоты**

К ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы. Они являются источниками электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц). У работающих с ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, в составе крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

**Нормирование.** Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического поля  $E$  (кВ/м), напряженности магнитного поля  $H$  (А/м) или индукции магнитного поля  $B$  (мкТл) частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле на рабочих местах персонала и регламентируются Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.4.1191-03.

Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение всего рабочего дня. При напряженности ЭП 20...25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971-84. В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;

- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами I-IV категории 10 кВ/м;
- в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) 15 кВ/м;
- в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения 20 кВ/м.

### **Электростатическое поле (ЭСП)**

**Общая характеристика.** Под статическим электричеством понимают совокупность явлений, связанных с возникновением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности, или в объеме диэлектриков, или на изолированных проводниках.

Основная опасность, создаваемая электризацией различных материалов, состоит в возможности искрового разряда когда напряженность электрического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает критической (пробивной) величины. Для воздуха эта величина составляет примерно 30 кВ/м. В результате возможно воспламенение горючих.

Воздействие электростатического поля (ЭСП) – статического электричества на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты и т. д.

Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю ЦНС, сердечно-сосудистая система, анализаторы. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда, склонность к психосоматическим расстройствам с повышенной эмоциональной возбудимостью и быстрой истощаемостью, неустойчивость показателей пульса и артериального давления.

**Нормирование.** Осуществляют в соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03 и ГОСТ 12.1.045-84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП равен 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется.

**Защита.** Устранение опасности возникновения электростатических зарядов достигается применением ряда мер: заземлением, повышением поверхностной проводимости диэлектриков, ионизацией воздушной среды, уменьшением электризации горючих жидкостей.

## Магнитное поле

Магнитные поля могут быть постоянными (ПМП) от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), инфранизкочастотными (с частотой до 50 Гц), переменными (ПеМП). Действие магнитных полей может быть непрерывным и прерывистым.

Степень воздействия магнитного поля (МП) на работающих зависит от максимальной напряженности его в рабочем пространстве магнитного устройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения рабочего места по отношению к МП и режима труда. Каких-либо субъективных воздействий ПМП не вызывают. При действии ПеМП наблюдаются характерные зрительные ощущения, так называемые фосфены, которые исчезают в момент прекращения воздействия.

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, развиваются нарушения функций нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. При локальном воздействии могут развиваться вегетативные и трофические нарушения (ощущения зуда, бледностью или синюшностью кожных покровов, отечностью и уплотнением кожи, гиперкератоз (ороговелость).

Периодические (синусоидальные) магнитные поля – МП (50 Гц). МП образуется в электроустановках, работающих на токе любого напряжения. Его интенсивность выше вблизи выводов генераторов, токопроводов, силовых трансформаторов и т. д.

Оценку воздействия периодического МП на человека согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 производят на основании двух параметров – интенсивности и продолжительности воздействия. Интенсивность воздействия МП определяется напряженностью (Н) или магнитной индукцией (В). Напряженность МП выражается в амперах на метр (А/м; кратная величина кА/м), магнитная индукция – в теслах (Тл; дольные величины мТл, мкТл, нТл).

Предельно допустимые уровни МП устанавливают в зависимости от длительности пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (табл. 4.5).

Таблица 4.5

### Предельно допустимые уровни периодического МП (по Белову и др., 2007)

Время пребывания, ч	Допустимые уровни МП, Н [А/м]/В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
≤1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью МП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

### **Электромагнитные излучения**

Большую часть спектра неионизирующих *электромагнитных излучений* (ЭМИ) составляют радиоволны (3 Гц...3000 ГГц), меньшую часть – колебания оптического диапазона (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое излучение).

В зависимости от места и условий воздействия ЭМИ различают четыре вида облучения: профессиональное, непрофессиональное, облучение в быту и облучение, осуществляемое в лечебных целях, а по характеру облучения – общее и местное.

Следствием поглощения энергии ЭМИ является тепловой эффект. Воздействие ЭМИ особенно вредно для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), возможны ожоги роговицы.

Для длительного действия ЭМИ различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМИ происходит стойкое снижение работоспособности.

В пределах радиоволнового диапазона доказана наибольшая биологическая активность микроволнового СВЧ-поля в сравнении с ВЧ и УВЧ.

Острые нарушения при воздействии ЭМИ (аварийные ситуации) сопровождаются сердечно-сосудистыми расстройствами с обмороками, резким учащением пульса и снижением артериального давления. В последнее время особое беспокойство у специалистов в области электромагнитной безопасности человека вызывают сотовые телефоны и компьютеры, а также разнообразные радиоэлектронные и электрические изделия, широко используемые в быту: телевизоры, микроволновые печи, электрочайники, холодильники, электрофены, электробритвы, отопительные электрорадиаторы и другая бытовая техника.

Систематическое воздействие на человека ЭМИ с уровнями, превышающими ПДУ, приводит к развитию явлений дезадаптации, что проявляется в виде серьезных изменений в состоянии его здоровья, которые, однако, не имеют специфического характера. В первую очередь страдают центральная нервная, эндокринная и иммунная системы.

В настоящее время имеются данные, свидетельствующие о том, что ЭМИ следует рассматривать как один из факторов риска в развитии раннего атеросклероза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, синдрома депрессии таких нейродегенеративных



заболеваний, как болезни Альцгеймера и Паркинсона, прогрессирующая мышечная атрофия.

**Нормирование.** Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона проводится по ГОСТ 12.1.006-84, СанПиН 2.2.4.1191-03 для производственной среды и СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 для условий окружающей среды. В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающей энергетическую.

Согласно ГОСТ 12.1.006-84, напряженность ЭМП в диапазоне частот 60 кГц — 300 МГц на рабочих местах персонала в течение рабочего дня не должна превышать установленных предельно допустимых уровней (ПДУ) по электрической составляющей, В/м:

50 — для частот от 60 кГц до 3 МГц;

20 — для частот свыше 3 МГц до 30 МГц;

10 — для частот свыше 30 МГц до 50 МГц;

5 — для частот свыше 50 МГц и до 300 МГц;

по магнитной составляющей, А/М.:

5 — для частот от 60 кГц до 1,5 МГц;

0,3 — для частот от 30 МГц до 50 МГц.

### **Геомагнитное поле (ГМП)**

Нормирование и оценка ослабления геомагнитного поля на рабочем месте проводится по СанПиН 2.2.4.1191-03 на основании определения его интенсивности внутри помещения, объекта, технического средства и в открытом пространстве на территории, прилегающей к месту его расположения с последующим расчетом коэффициента ослабления ГМП, который не должен превышать 2 на рабочих местах в течение смены.

### **4.4.6. Лазерное излучение**

Лазерное излучение является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн  $\lambda = 0,2-1000$  мкм. Лазеры широко применяются в микроэлектронике, биологии, метрологии, медицине, геодезии, связи, спектроскопии, голографии, вычислительной технике, в исследованиях по термоядерному синтезу и во многих других областях науки и техники.

Лазеры бывают импульсного и непрерывного излучения. Промышленностью выпускаются твердотельные, газовые и жидкостные лазеры. Лазерное излучение характеризуется монохроматичностью, высокой когерентностью, чрезвычайно малой энергетической расходимостью луча и высокой энергетической освещенностью.

*Энергетическая освещенность (облученность)* (Вт/см<sup>2</sup>) – это отношение мощности потока излучения, падающего на малый участок облучаемой поверхности, к площади этого участка. Энергетическая освещенность лазерного луча достигает  $10^{12}-10^{13}$  Вт·см<sup>-2</sup> и более. Этой энергии оказывается

достаточно для плавления и даже испарения самых тугоплавких веществ. Для сравнения укажем, что на поверхности Солнца плотность мощности излучения равна  $10^8 \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2}$ .

*Энергетическая экспозиция* ( $\text{Дж}/\text{см}^2$ ) – это отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок, к площади этого участка, иначе: это произведение энергетической освещенности (облученности) ( $\text{Вт}/\text{см}^2$ ) на длительность облучения (с).

Лазерное излучение сопровождается мощным электромагнитным полем. Наиболее опасно оно для органов зрения. При больших интенсивностях лазерного облучения возможны повреждения не только кожи, но и внутренних тканей и органов. Эти повреждения имеют характер отеков, кровоизлияний, омертвления тканей, а также свертывания или распада крови. Результатом воздействия отраженного излучения могут быть различные функциональные нарушения в организме — в первую очередь в нервной и сердечно-сосудистой системах.

Нормирование лазерного излучения осуществляется по предельно допустимым уровням облучения (ПДУ). Это уровни лазерного облучения, которые при ежедневной работе не вызывают у работающих заболеваний и отклонений в состоянии здоровья.

Согласно «Санитарным нормам и правилам устройства и эксплуатации лазеров» ПДУ лазерного излучения определяются энергетической экспозицией облучаемых тканей ( $\text{Дж} \times \text{см}^{-2}$ ).

Лазеры по степени опасности генерируемого ими излучения подразделяются на четыре класса:

1 класс – выходное излучение не представляет опасности для глаз и кожи;

2 класс – выходное излучение представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением;

3 класс – выходное излучение представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и (или) при облучении кожи прямым и зеркально отраженным излучением;

4 класс – выходное излучение представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Работа лазерных установок может сопровождаться также возникновением и других опасных и вредных производственных факторов: шум, вибрация, аэрозоли, газы, электромагнитное и ионизирующее излучения.

**Меры безопасности и защита.** Лазеры 3-4 класса, генерирующие излучение в видимом диапазоне ( $\lambda = 0,4\text{-}0,75 \text{ мкм}$ ), и лазеры 2-4 класса с генерацией в ультрафиолетовом ( $\lambda = 0,2\text{-}0,4 \text{ мкм}$ ) и инфракрасном диапазонах длин волн ( $\lambda = 0,75 \text{ мкм}$  и выше) должны снабжаться сигнальными устройствами, работающими с момента начала генерации до ее

окончания. Конструкция лазеров 4 класса должна обеспечиваться возможностью дистанционного управления.

Для ограничения распространения прямого лазерного излучения за пределы области излучения лазеры 3-4 класса должны снабжаться экранами, изготовленными из огнестойкого, неплавящегося светопоглощающего материала, препятствующими распространению излучения.

Лазеры 4 класса должны размещаться в отдельных помещениях. Внутренняя отделка стен и потолка помещений должны иметь матовую поверхность. Для уменьшения диаметра зрачков необходимо обеспечить высокую освещенность на рабочих местах (более 150 лк).

В том случае, когда коллективные средства защиты не позволяют обеспечить достаточной защиты, применяются средства индивидуальной защиты (СИЗ) – противолазерные очки и защитные маски.

#### 4.4.7. Неинтенсивные излучения оптического диапазона

Наиболее важной областью оптического спектра ЭМИ является видимый свет. Свет – это возбудитель зрительной сенсорной системы, обеспечивающей нас информацией об окружающей среде. Параметры видимого света влияют на способность получать ощущения и восприятия об окружающей среде.

Освещение выполняет полезную общефизиологическую функцию, способствующую появлению благоприятного психического состояния людей. С улучшением освещения повышается работоспособность, качество работы, снижается утомляемость, вероятность ошибочных действий, травматизма, аварийности. Освещение, удовлетворяющее гигиеническим и экономическим требованиям, называется *рациональным*. К этим требованиям относятся: достаточная освещенность, равномерность, отсутствие слепимости, благоприятный спектральный состав, экономичность.

Для гигиенической оценки условий освещения используются светотехнические единицы, принятые в физике.

*Видимое излучение* – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длины волн от 380 до 770 нанометров (нм), воспринимаемый человеческим глазом.

*Световой поток*  $F$  – мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, воспринимаемому человеческим глазом. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток, отнесенный к пространственной единице – телесному углу  $\omega$ , называется силой света  $I$ :

$$I_{\alpha} = dF/d\omega, \quad (15)$$

где  $I_{\alpha}$  – сила света под углом  $\omega$ ;  $dF$  – световой поток, равномерно распределяющийся в пределах телесного угла  $d\omega$ .

За единицу силы света принята кандела (кд).

Освещенность  $E$  – плотность светового потока на освещаемой поверхности. За единицу освещенности принят люкс (лк)

$$E = dF/dS, \quad (16)$$

где  $dS$  – площадь поверхности, на которую падает световой поток  $dF$ .

Яркость поверхности  $L$  в данном направлении — отношение силы света, излучаемого поверхностью в этом направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Единица яркости – кандела на квадратный метр ( $\text{кд/м}^2$ )

$$L_\alpha = dI_\alpha/dS \cdot \cos \alpha, \quad (17)$$

где  $dI_\alpha$  – сила света, излучаемого поверхностью  $dS$  в направлении  $\alpha$ .

Яркость освещенных поверхностей зависит от их световых свойств, от степени освещенности, а в большинстве случаев также от угла, под которым поверхность рассматривается.

Требуемый уровень освещенности определяется степенью точности зрительных работ. Для рациональной организации освещения необходимо не только обеспечить достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и создать соответствующие качественные показатели освещения. К качественным характеристикам освещения относятся равномерность распределения светового потока, блескость, фон, контраст объекта с фоном и т. д.

**Естественное освещение.** Источник естественного (дневного) освещения – солнечная радиация, т. е. поток лучистой энергии солнца, доходящей до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Естественное освещение является наиболее гигиеничным. Если по условиям зрительной работы оно оказывается недостаточным, то используют совмещенное освещение.

Естественное освещение помещений подразделяется на боковое (через световые проемы в наружных стенках), верхнее (через фонари, световые проемы в покрытии, а также через проемы в стенах перепада высот здания), комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

**Искусственное освещение.** Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует. Искусственное освещение может быть общим и комбинированным (к общему освещению добавляется местное освещение). Использование только местного освещения недопустимо, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными участками утомляет глаза, замедляет процесс работы и может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы людей и движения транспорта. Дежурное освещение включается во вне рабочее время.

Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

В современных осветительных установках, предназначенных для освещения производственных помещений, в качестве источников света применяют лампы накаливания, галогенные и газоразрядные.

#### 4.4.8. Ультрафиолетовое излучение (УФ)

Ультрафиолетовое излучение представляет собой невидимое глазом электромагнитное излучение, занимающее в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением (200 - 400 нм).

Известно, что при длительном недостатке солнечного света возникают нарушения физиологического равновесия организма, развивается своеобразный симптомокомплекс, именуемый "световое голодание". Наиболее часто следствием недостатка солнечного света являются авитаминоз D, ослабление защитных иммунологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства нервной системы. УФ-облучение малыми дозами оказывает благоприятное стимулирующее действие на организм.

УФ-излучение от производственных источников (электросварка, ртутно-кварцевые лампы) может стать причиной острых и хронических заболеваний и поражений. Наиболее уязвимым для УФ-излучений являются органы зрения (фотоофтальмия, хронический конъюнктивит, катаракта хрусталика). Может быть острое воспаление кожных покровов, иногда с отеком и образованием пузырей. Может подняться температура тела, появиться озноб, головные боли, возможен рак кожи.

Для защиты кожи от УФ-излучения используют защитную одежду, противосолнечные экраны (навесы и т. п.), специальные покровные кремы.

Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-излучения производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы, как известно, обладают высокой токсичностью и могут представлять большую опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах. С целью профилактики отравлений окислами азота и озоном соответствующие помещения должны быть оборудованы местной или общеобменной вентиляцией, а при сварочных работах в замкнутых объемах необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

**Нормирование.** Интенсивность УФ-излучения на промышленных предприятиях установлена СН-4557-88.

Защитная одежда из поплина или других тканей должна иметь длинные рукава и капюшон. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ-лучи с длиной волны короче 315 нм.

#### 4.4.9. Инфракрасное излучение

Инфракрасное излучение (ИК) – часть электромагнитного спектра с длиной волны  $\lambda = 780 \text{ нм} \dots 1000 \text{ мкм}$ , энергия которого при поглощении в веществе вызывает тепловой эффект. С учетом особенностей биологического действия ИК-диапазон спектра подразделяют на три области: ИК-А (780...1400 нм), ИК-В (1400...3000 нм) и ИК-С (300 нм...1000 мкм). Наиболее активно коротковолновое ИК-излучение, так как оно обладает наибольшей энергией фотонов, способно глубоко проникать в ткани организма и интенсивно поглощаться водой, содержащейся в тканях.

Наиболее поражаемые у человека органы – кожный покров (возможны ожоги, усиление пигментации кожи) и орган зрения (ожог конъюнктивы, помутнение и ожог роговицы, катаракта). ИК-излучение воздействует, в частности, на обменные процессы в миокарде, водно-электролитный баланс в организме, на состояние верхних дыхательных путей (развитие хронического ларингита, ринита, синуситов), не исключается мутагенный эффект ИК-облучения.

**Нормирование.** Нормирование ИК-излучения осуществляется по интенсивности допустимых интегральных потоков излучения с учетом спектрального состава, размера облучаемой площади, защитных свойств спецодежды для продолжительности действия более 50 % смены в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 и Санитарными правилами и нормами Сан-ПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

#### 4.4.10. Ионизирующее излучение

Ионизирующим излучением называется излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака. Ионизирующее излучение состоит из заряженных и незаряженных частиц, к которым относятся также фотоны. Энергию частиц ионизирующего излучения измеряют во внесистемных единицах – электрон-вольтах, эВ.  $1 \text{ эВ} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Дж}$ .

Различают корпускулярное и фотонное ионизирующее излучение.

*Корпускулярное ионизирующее излучение* – поток элементарных частиц с массой покоя, отличной от нуля, образующихся при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, либо генерируемых на ускорителях. К нему относятся:  $\alpha$ - и  $\beta$ -частицы, нейтроны (n), протоны (p) и др.

*Фотонное излучение* – поток электромагнитных колебаний, которые распространяются в вакууме с постоянной скоростью 300000 км/с. К нему относятся  $\gamma$ -излучение, характеристическое, тормозное и рентгеновское излучение.

Излучения характеризуются по их ионизирующей и проникающей способности.

*Ионизирующая способность* излучения определяется удельной ионизацией, т. е. числом пар ионов, создаваемых частицей в единице объема массы среды или на единице длины пути. Излучения различных видов обладают различной ионизирующей способностью.

*Проникающая способность* излучений определяется величиной пробега. Пробегом называется путь, пройденный частицей в веществе до ее полной остановки, обусловленной тем или иным видом взаимодействия.

$\alpha$ -частицы обладают наибольшей ионизирующей способностью и наименьшей проникающей способностью. Их удельная ионизация изменяется от 25 до 60 тыс. пар ионов на 1 см пути в воздухе. Длина пробега этих частиц в воздухе составляет несколько сантиметров, а в мягкой биологической ткани – несколько десятков микрон.

$\beta$ -излучение имеет существенно меньшую ионизирующую способность и большую проникающую способность. Средняя величина удельной ионизации в воздухе составляет около 100 пар ионов на 1 см пути, а максимальный пробег достигает нескольких метров при больших энергиях.

Наименьшей *ионизирующей способностью* и наибольшей проникающей способностью обладают фотонные излучения.

**Биологическое действие ионизирующих излучений.** Под воздействием ионизирующего излучения на организм человека в тканях могут происходить сложные физические и биологические процессы. В результате ионизации живой ткани происходит разрыв молекулярных связей и изменение химической структуры различных соединений, что в свою очередь приводит к гибели клеток.

Еще более существенную роль в формировании биологических последствий играют продукты радиолиза воды, которая составляет 60-70% массы биологической ткани. Под действием ионизирующего излучения на воду образуются свободные радикалы  $\text{H}\cdot$  и  $\text{OH}\cdot$ , а в присутствии кислорода также свободный радикал гидропероксида ( $\text{HO}_2$ ) и пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), являющиеся сильными окислителями. Продукты радиолиза вступают в химические реакции с молекулами тканей, образуя соединения, не свойственные здоровому организму. Это приводит к нарушению отдельных функций или систем, а также жизнедеятельности организма в целом.

Интенсивность химических реакций, индуцированных свободными радикалами, повышается, и в них вовлекаются многие сотни и тысячи молекул, не затронутых облучением. В этом состоит специфика действия ионизирующего излучения на биологические объекты, то есть производимый излучением эффект обусловлен не столько количеством поглощенной энергии в облучаемом объекте, сколько той формой, в которой эта энергия передается. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрической и др.), поглощенной биологическим объектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям, какие вызывают ионизирующие излучения.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой

ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Нарушения биологических процессов могут быть обратимыми и необратимыми, ведущими к поражению отдельных органов или всего организма и возникновению *лучевой болезни*.

Различают две формы лучевой болезни – острую и хроническую.

*Острая форма* возникает в результате облучения большими дозами в короткий промежуток времени. При дозах порядка тысяч рад поражение организма может быть мгновенным («смерть под лучом»). Острая лучевая болезнь может возникнуть и при попадании внутрь организма больших количеств радионуклидов.

Острые поражения развиваются при однократном равномерном гамма-облучении всего тела и поглощенной дозе выше 0,5 Гр. При дозе 0,25...0,5 Гр могут наблюдаться временные изменения в крови, которые быстро нормализуются. В интервале дозы 0,5...1,5 Гр возникает чувство усталости, менее чем у 10 % облученных может наблюдаться рвота, умеренные изменения в крови. При дозе 1,5...2,0 Гр наблюдается легкая форма острой лучевой болезни, которая проявляется продолжительной лимфопенией (снижение числа лимфоцитов – иммунокомпетентных клеток), в 30...50 % случаев – рвота в первые сутки после облучения. Смертельные исходы не регистрируются.

Лучевая болезнь средней тяжести возникает при дозе 2,5...4,0 Гр. Почти у всех облученных в первые сутки наблюдаются тошнота, рвота, резко снижается содержание лейкоцитов в крови, появляются подкожные кровоизлияния, в 20 % случаев возможен смертельный исход, смерть наступает через 2...6 недель после облучения. При дозе 4,0...6,0 Гр развивается тяжелая форма лучевой болезни, приводящая в 50 % случаев к смерти в течение первого месяца. При дозах, превышающих 6,0 Гр, развивается крайне тяжелая форма лучевой болезни, которая почти в 100 % случаев заканчивается смертью вследствие кровоизлияния или инфекционных заболеваний. Приведенные данные относятся к случаям, когда отсутствует лечение. В настоящее время имеется ряд противолучевых средств, которые при комплексном лечении позволяют исключить летальный исход при дозах около 10 Гр.

Хроническая лучевая болезнь может развиваться при непрерывном или повторяющемся облучении в дозах, существенно ниже тех, которые вызывают острую форму. Наиболее характерными признаками хронической лучевой болезни являются изменения в крови, ряд симптомов со стороны нервной системы, локальные поражения кожи, поражения хрусталика, пневмосклероз (при ингаляции плутония-239), снижение иммунореактивности организма.



$$H_{T,R} = W_R D_{T,R} \dots\dots\dots (18)$$

Единицей измерения эквивалентной дозы является Дж·кг<sup>-1</sup>, имеющий специальное наименование зиверт (Зв).

Значения  $W_R$  для фотонов, электронов и мюонов любых энергий составляет 1, для  $\alpha$ -частиц, осколков деления, тяжелых ядер — 20. Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6

**Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения**

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

*Доза эффективная* – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе  $H_{\tau T}$  на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани  $W_T$ :

$$E = \sum_T H_{\tau T} W_T \quad (19)$$

где  $H_{\tau T}$  – эквивалентная доза в ткани  $T$  за время  $\tau$ .

Единица измерения эффективной дозы – Дж × кг<sup>-1</sup>, называемая зивертом (Зв). Значения  $W_T$  для отдельных видов ткани и органов приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7

**Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов ткани и органов**

Вид ткани, орган	$W_T$
Гонады	0,2
Костный мозг, (красный), легкие, желудок	0,12
Печень, грудная железа, щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01

Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы, отнесенные к единице времени, носят название мощности соответствующих доз.

Самопроизвольный (спонтанный) распад радиоактивных ядер следует закону:

$$N = N_0 \cdot \exp(-\lambda t), \quad (20)$$

где  $N_0$  – число ядер в данном объеме вещества в момент времени  $t = 0$ ;  $N$  – число ядер в том же объеме к моменту времени  $t$ ;  $\lambda$  – постоянная распада.

Постоянная  $\lambda$  имеет смысл вероятности распада ядра за 1 с; она равна доле ядер, распадающихся за 1 с. Постоянная распада не зависит от общего числа ядер и имеет вполне определенное значение для каждого радиоактивного нуклида.

Приведенное выше уравнение показывает, что с течением времени число ядер радиоактивного вещества уменьшается по экспоненциальному закону.

В связи с тем, что период полураспада значительного числа радиоактивных изотопов измеряется часами и сутками (так называемые короткоживущие изотопы), его необходимо знать для оценки радиационной опасности во времени в случае аварийного выброса в окружающую среду радиоактивного вещества, выбора метода дезактивации, а также при переработке радиоактивных отходов и последующем их захоронении.

Описанные виды доз относятся к отдельному человеку, то есть являются индивидуальными. Просуммировав индивидуальные эффективные эквивалентные дозы, полученные группой людей, мы придем к коллективной эффективной эквивалентной дозе, которая измеряется в человеко-зивертах (чел-Зв).

Следует ввести еще одно определение. Многие радионуклиды распадаются очень медленно и останутся в отдаленном будущем. Коллективную эффективную эквивалентную дозу, которую получают поколения людей от какого-либо радиоактивного источника за все время его существования, называют *ожидаемой (полной) коллективной эффективной эквивалентной дозой*.

*Активность препарата* – это мера количества радиоактивного вещества.

Определяется активность числом распадающихся атомов в единицу времени, то есть скоростью распада ядер радионуклида. Единицей измерения активности является одно ядерное превращение в секунду. В системе единиц СИ она получила название *беккерель (Бк)*.

За внесистемную единицу активности принята *кюри (Ки)* – активность такого числа радионуклида, в котором происходит  $3,7 \times 10^{10}$  актов распада в секунду. На практике широко пользуются производными Ки: милликюри —  $1 \text{ мКи} = 1 \times 10^{-3} \text{ Ки}$ ; микрокюри —  $1 \text{ мкКи} = 1 \times 10^{-6} \text{ Ки}$ .

**Измерение ионизирующих излучений.** Необходимо помнить, что не существует универсальных методов и приборов, применимых для любых

условий. Каждый метод и прибор имеют свою область применения. Неучет этих замечаний может привести к грубым ошибкам.

В радиационной безопасности используют радиометры, дозиметры и спектрометры.

*Радиометры* – это приборы, предназначенные для определения количества радиоактивных веществ (радионуклидов) или потока излучения. Например, газоразрядные счетчики (Гейгера-Мюллера).

*Дозиметры* – это приборы для измерения мощности экспозиционной или поглощенной дозы.

*Спектрометры* служат для регистрации и анализа энергетического спектра и идентификации на этой основе излучающих радионуклидов.

**Нормирование.** Вопросы радиационной безопасности регламентируется Федеральным законом «О радиационной безопасности населения», нормами радиационной безопасности (НРБ–99) и другими правилами и положениями. В законе «О радиационной безопасности населения» говорится: «Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения» (статья 1).

«Граждане Российской Федерации, иностранные граждане и лица без гражданства, проживающие на территории Российской Федерации, имеют право на радиационную безопасность. Это право обеспечивается за счет проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ионизирующего излучения выше установленных норм, правил и нормативов, выполнения гражданами и организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, требований к обеспечению радиационной безопасности» (статья 22).

Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения осуществляется Нормами радиационной безопасности НРБ - 99 (Санитарными правилами СП 2.6.1.758–99). Основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни устанавливаются для следующих категорий облучаемых лиц:

- персонал – лица, работающие с техногенными источниками (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливают три класса нормативов: основные пределы доз (ПД), табл.4.8, допустимые уровни, соответствующие основным пределам доз, и контрольные уровни.

Основные дозовые пределы облучения лиц из персонала и населения не включают в себя дозы от природных, медицинских источников ионизирующего излучения и дозу вследствие радиационных аварий. На эти

виды облучения устанавливаются специальные ограничения. Интервал времени для определения величины ожидаемой эффективной дозы устанавливается равным 50 лет для лиц из персонала и 70 лет – для лиц из населения.

Таблица 4.8

**Основные пределы доз (извлечение из НРБ–99)**

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

Примечания:

\* Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

\*\* Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы В, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.

\*\*\* Относится к дозе на глубине 300 мг/см<sup>2</sup>.

\*\*\*\* Относится к среднему по площади в 1 см<sup>2</sup> значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см<sup>2</sup> под покровным слоем толщиной 5 мг/см<sup>2</sup>. На ладонях толщина покровного слоя 40 мг/см<sup>2</sup>. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см<sup>2</sup> площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает непревышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

**Защита.** Дозу излучения (Р) на рабочем месте можно рассчитать по формуле:

$$D = (\alpha \cdot K_{\alpha} t) / (R^2), \quad (21)$$

где  $\alpha$  — активность источника, мКи;  $K_{\alpha}$  — гамма-постоянная изотопа, которая берется из таблиц;  $t$  — время облучения, ч;  $R$  — расстояние, см.

Из этой формулы следует, что для защиты от  $\gamma$ -излучения существует три метода: защита временем, расстоянием и экранированием.

Защита временем состоит в том, чтобы ограничить время  $t$  пребывания в условиях облучения и не допустить превышения допустимой дозы.

Защита расстоянием основывается на следующих физических положениях. Излучение точечного или локализованного источника распространяется во все стороны равномерно, т. е. является изотропным. Отсюда следует, что интенсивность излучения уменьшается с увеличением расстояния  $R$  от источника по закону обратных квадратов.

Принцип экранирования или поглощения основан на использовании процессов взаимодействия фотонов с веществом. Если заданы продолжительность работы, активность источника и расстояние до него, а мощность дозы  $P_0$  на рабочем месте оператора оказывается выше допустимой  $P_d$ , нет другого пути, как понизить значение  $P_0$  в необходимое число раз:  $n = P_0 / P_d$ , поместив между источником излучения и оператором защиту из поглощающего вещества.

Защитные свойства материалов оцениваются коэффициентом ослабления. Например, для половинного ослабления потоков фотонов с энергией 1 МэВ необходим слой свинца в 1,3 см или 13 см бетона. Это «эталонные» материалы.

К числу технических средств защиты от ионизирующих излучений относятся экраны различных конструкций. В качестве СИЗ применяют халаты, комбинезоны, пленочную одежду, перчатки, пневмокостюмы, респираторы, противогазы. Для защиты глаз применяются очки. Весь персонал должен иметь индивидуальные дозиметры.

Для защиты от вредных воздействий веществ применяют радиопротекторы. Протекторы – это лекарственные препараты, повышающие устойчивость организма к воздействию вредных веществ или физических факторов. Наибольшее распространение получили радиопротекторы, т. е. лекарственные средства, повышающие защищенность организма от ионизирующих излучений или снижающие тяжесть клинического течения лучевой болезни.

Радиопротекторы действуют эффективно, если они введены в организм перед облучением и присутствуют в нем в момент облучения. Например, известно, что йод накапливается в щитовидной железе. Поэтому, если есть опасность попадания в организм радиоактивного йода  $I^{131}$ , то заблаговременно вводят йодистый калий или стабильный йод. Накапливаясь в щитовидной железе, эти нерадиоактивные разновидности йода препятствуют отложению в ней опасного в радиоактивном отношении  $I^{131}$ .

Защита от ионизирующих излучений представляет очень серьезную проблему и требует объединения усилий ученых и специалистов не только в национальных рамках, но и в международном масштабе.

#### **4.4.11. Факторы риска при работе с компьютерами видеотерминалами (ВДТ)**

Компьютеры заняли прочное место в современной жизни, без них невозможно представить не только трудовую, но и другие сферы деятельности. Первые персональные компьютеры появились в 1975 г.

С точки зрения безопасности труда, на здоровье пользователей прежде всего влияют повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, длительное неизменное положение тела в процессе работы и воздействие электромагнитных полей.

**Нормирование и защита.** Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц напряженность электрического поля  $E$  не должна превышать 25 В/м, а магнитная индукция  $B$  – 250 нТл, что равнозначно напряженности магнитного поля  $H = 0,2$  А/м.

В диапазоне частот 2-400 кГц –  $E \leq 2,5$  В/м, а  $H \leq 0,02$  А/м. Эти значения должны характеризовать ЭМП на расстоянии 50 см от видеодисплейных терминалов (ВДТ) вокруг них, так как ЭМИ от компьютера распространяются в пространстве во всех направлениях, а не только от экрана. В связи с этим согласно СанПиН расстояние между тыльной поверхностью одного видеомонитора и экраном другого должно быть не менее 2 м, а между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м.

Компьютеры с жидкокристаллическим экраном не наводят статического электричества и не имеют источников относительно мощного электромагнитного излучения.

Применительно к мониторам персональных компьютеров используется такой показатель напряженности труда как наблюдение за экранами видеотерминалов. Оптимальным устанавливается наблюдение до 2 ч в смену, допустимым до 3 ч. Свыше 3 ч – это напряженность (вредность) первой степени, а свыше 4 ч – напряженность второй степени. Зрительная нагрузка больше этого времени просто не допускается. Через каждый час работы – перерыв на 5-10 мин, а через 2 ч – на 15 мин. Большое значение в возникновении зрительного перенапряжения имеет качество визуальных параметров изображения на дисплее, которых насчитывается более двадцати. Требования к ним, а также к эмиссионным параметрам компьютеров установлены в новых государственных стандартах (ГОСТ Р 50923-96, ГОСТ 50948-96, ГОСТ Р 50949-96).

**Основные требования к видеотерминалу.** Яркость экрана не менее 100 кд/м<sup>2</sup>. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Размер светящейся точки – не более 0,4 мм для монохромного дисплея и не более 0,56 — для цветного. Контраст изображения знака – не менее 0,8.

Уровень глаз при вертикально расположенном экране ВДТ должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия взора должна быть перпендикулярна центру экрана.

Для обеспечения метеоусловий площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ должна быть не менее 6,0 кв. м. Освещенность на поверхности стола должна быть 300-500 лк, а уровень шума на рабочих местах не должен превышать 50 дБА.

Даже если все параметры компьютера, среды и рабочего места соответствуют нормативным требованиям и рекомендациям, при частой и продолжительной работе за ВДТ велика вероятность, что у пользователя будет развиваться компьютерная болезнь с ее негативными последствиями для здоровья. Длительность работы преподавателей вузов в дисплейных классах не должна превышать 4 ч в день, а максимальное время занятий для первокурсников – 2 ч в день, студентов же старших курсов – 3 академических часа при соблюдении регламентированных перерывов и профилактических мероприятий: упражнений для глаз, физкультминуток и физкультпауз.

## Глава 5. Оказание первой доврачебной помощи

### 5.1. Основные понятия

Раненые часто умирают не от травм, а потому, что запоздала первая помощь. Так, например, человек умер при повреждении артерии, так как не сумели быстро остановить кровотечение (рукой, жгутом), или пострадавший, лежа на спине, задохнулся (рвотные массы, кровь, запавший язык). Часть смертей на совести тех, кто, оказавшись рядом, промедлил, либо не знал, что делать. Главное – научиться правильно действовать в первые секунды после обнаружения пострадавшего, чтобы сохранить ему жизнь до прибытия врачей.

Первая доврачебная помощь играет значительную роль в спасении жизни при неотложных состояниях и предупреждении осложнений при бытовых и производственных травмах, отравлениях и других несчастных случаях. Ее роль особенно возрастает в условиях катастроф, влекущих за собой массовые жертвы, а также в условиях, когда создается значительный разрыв во времени между моментом повреждения или развития неотложного состояния и помощью, оказываемой врачом (в походе, в лесу, на отдыхе и т.д.).

***При оказании первой медицинской помощи следует придерживаться следующих правил:***

1. Действовать надо целесообразно, обдуманно, решительно, быстро и спокойно.
2. Прежде всего следует оценить обстановку и принять меры к прекращению воздействия повреждающих факторов — извлечь пострадавшего из воды, огня, завала, погасить горящую одежду и пр.
3. Быстро оценить состояние пострадавшего, определить тяжесть травмы, наличие кровотечения и др.
4. Осмотреть пострадавшего, определить способ и последовательность оказания первой медицинской помощи.
5. Решить, какие средства необходимы для оказания первой медицинской помощи, исходя из конкретных условий, обстоятельств, возможностей.
6. Оказать первую медицинскую помощь и подготовить пострадавшего к транспортировке.
7. Организовать транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение.
8. Первую медицинскую помощь в максимально доступном объеме оказать на месте происшествия и по пути следования в лечебное учреждение.
9. Осуществлять присмотр за пострадавшим или внезапно заболевшим до отправки его в лечебное учреждение.

***Первая доврачебная помощь*** – это комплекс срочных простейших мероприятий для спасения жизни человека и предупреждения осложнений

при несчастных случаях или внезапном заболевании, внезапной смерти, проводимые на месте происшествия самим пострадавшим или другим человеком.

***Цель первой доврачебной помощи:***

1. Оживление человека при внезапной смерти (искусственное дыхание, массаж сердца).
2. Временная остановка наружного кровотечения путем наложения повязок или жгута.
3. Предупреждение вторичного инфицирования ран путем наложения асептических повязок.
4. Транспортная иммобилизация переломов.
5. Переноска и транспортировка пострадавших.

Своевременно и правильно оказанная помощь подчас не только спасает жизнь человеку, но и обеспечивает дальнейшее успешное лечение, предупреждает развитие тяжелых осложнений (шок, нагноение раны и др.), исключает потерю трудоспособности.

Для оказания первой медицинской помощи созданы специальные медицинские учреждения – станции скорой помощи и пункты неотложной помощи (травматологические, стоматологические и др.). На станциях скорой помощи имеются специальные бригады медиков, оснащенные современной медицинской аппаратурой, лекарственными препаратами и пр.

Внезапное воздействие на организм фактора, вызывающего анатомические или физиологические нарушения, называется травмой. Травмы делятся на механические, термические, химические, электрические, психические, лучевые. По характеру повреждения травмы могут быть:

- открытыми, при которых повреждаются покровы организма (кожа, слизистые оболочки);
- закрытыми, при которых кожа и слизистые оболочки остаются неповрежденными;
- проникающими в полости (груди, живота, черепа, сустава);
- не проникающими и др.

Непосредственные опасности травм возникают в момент повреждения или в первые часы после него. Их результатом могут быть обмороки, коллапс, шок, кровотечение, повреждение жизненно важных органов.

## **5.2. Обморок и коллапс**

**Обморок** – внезапная непродолжительная потеря сознания, сопровождающаяся исчезновением чувствительности, ослаблением сердечной деятельности и дыхания. Возникает обморок в результате острого малокровия мозга, выражается внезапно наступающими головокружением,



слабостью и потерей сознания, которая длится обычно в течение нескольких минут и характеризуется побледнением губ и кожных покровов, похолоданием конечностей.

Сердечная деятельность при этом падает, пульс едва прощупывается, дыхание становится поверхностным, замедленным, зрачки суживаются. Продолжительное обморочное состояние опасно для жизни пострадавшего, особенно при значительной кровопотере.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** Пострадавшему нужно принять горизонтальное положение с низко опущенной головой, чтобы вызвать прилив крови к голове. Шею и грудь освободить от стесняющей одежды для облегчения дыхания, лицо обрызгать холодной водой или дать понюхать нашатырный спирт с ватки, натереть им виски пострадавшего. При затянувшемся обмороке производят искусственное дыхание.

В основе **коллапса** лежит внезапное падение кровяного давления с уменьшением поступления крови к сердцу. В отличие от обморока сознание полностью не теряется. Коллапс характеризуется внезапной бледностью, редким и поверхностным дыханием, посинением губ, похолоданием конечностей, заторможенностью, заострением черт лица, появлением холодного пота, теней вокруг глаз, расширением зрачков.

### 5.3. Травматический шок

**Травматический шок** – это состояние резкой слабости и общего угнетения организма, обусловленное нарушением деятельности центральной нервной, сердечно-сосудистой и других жизненно важных систем. Возникает при тяжелых повреждениях, сопровождающихся резкими болевыми ощущениями или обильным кровотечением. Иногда он развивается сразу же после травмы (ранний шок), иногда через некоторое время (поздний шок). В обоих случаях пострадавший бледен и покрыт холодным потом, в начальном периоде возбужден. В дальнейшем возбуждение сменяется общей подавленностью, безучастностью и неподвижностью. Черты лица заостряются, пульс слабеет, дыхание чуть заметно; пострадавший может впасть в бессознательное состояние.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КОЛЛАПСЕ И ШОКЕ.** Согреть пострадавшего обеспечив ему полный покой, дать анальгин или другие обезболивающие средства. Для предупреждения коллапса и шока следует оберегать пострадавшего от повторной резкой боли, осторожно переносить и перекладывать его, исключить движение сломанных конечностей, надежно их зафиксировав. Наложив соответствующую повязку, жгут, шину, пострадавшего следует направить в ближайшее лечебное учреждение.

## 5.4. Кровотечение

Кровотечение наступает в результате повреждения кровеносных сосудов. Оно бывает наружным и внутренним (в полости сустава, живота, плевры, черепа). Различают артериальное, венозное и капиллярное кровотечения. Артериальное – наиболее быстрое, значительное и опасное для жизни.

Кровь из раны выбрасывается пульсирующей струей, цвет ее ярко-красный. Венозное кровотечение характерно тем, что кровь из раны льется непрерывно и равномерно, быстро заполняя ее. Цвет венозной крови темный. При капиллярном кровотечении отдельных кровоточащих сосудов не видно, кровь сочится, как из губки, и вскоре останавливается. Является особенно опасным при пониженной свертываемости крови.

### СПОСОБЫ ВРЕМЕННОЙ ОСТАНОВКИ КРОВОТЕЧЕНИЯ

**Прижатие артерии.** Артерию выше места ранения прижимают в определенных точках тела (рис. 5.1), где они лежат не очень глубоко и могут быть прижаты к кости. Наиболее подходящие для прижатия точки: паховый сгиб; подколенная область; внутренняя поверхность плеча; надключичная и подмышечная области и др.

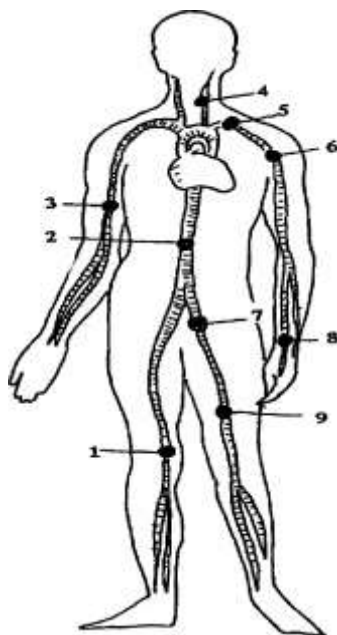


Рис. 5.1. Наиболее типичные места прижатия артерий:

- 1 – подколенной; 2 – брюшной аорты; 3 – плечевой;
- 4 – сонной; 5 – подключичной; 6 – подмышечной;
- 7 – бедренной; 8 – лучевой; 9 – большеберцовой.

**Наложение давящей повязки** эффективно при венозном кровотечении (рис. 5.2). После обработки рану покрывают стерильной салфеткой, поверх нее кладут тугой свернутый бинт, также можно использовать кусок поролона или пористой резины, которые можно найти в обивке автомобиля. После этого рану туго забинтовывают, чтобы кровоточащий сосуд был крепко сдавлен.



Рис. 5.2. Остановка кровотечения при помощи давящей повязки

**Наложение жгута** (рис. 5.3.а). Жгутом может служить резиновая трубка, лента или другой эластичный материал. Накладывают его только на конечности поверх одежды или матерчатой подкладки. Жгут не должен собирать грубых складок на прокладке, а тем более на коже, закрепляют его так, чтобы он не распустился при транспортировке. Затягивать его необходимо только до остановки кровотечения. Жгут можно держать не более 1,5-2,0 ч, иначе наступит омертвение конечности. К нему прикрепляют записку с указанием времени наложения. Через час жгут следует ослабить на несколько минут (до появления пульса ниже раны). Если кровотечение прекратилось или значительно уменьшилось, на рану накладывают давящую повязку, а жгут снимают. Если кровотечение продолжается, через несколько минут его затягивают снова, но не более чем на 1 ч.

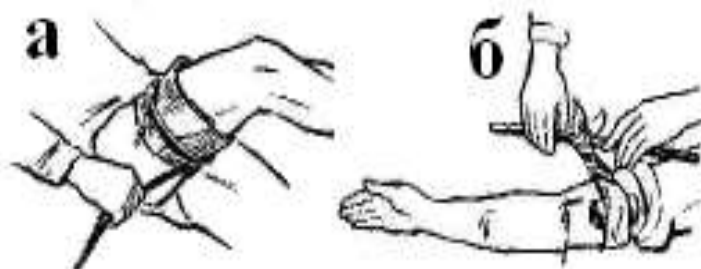


Рис. 5.3. Способы временной остановки кровотечения: а – сдавливание жгутом бедренной артерии; б – наложение закрутки на предплечье.

**Наложение закрутки** (перетяжки) (рис. 5.3.б). Ее накладывают при отсутствии жгута и заменяющих его материалов по правилам наложения жгута. Примененный для закрутки платок свободно завязывают над конечностью пострадавшего. В образовавшуюся петлю проводят палку или дощечку и, вращая ее, закручивают петлю до полной остановки кровотечения, после чего палку привязывают к конечности. Необходимо помнить, что при слабо наложенном жгуте или закрутке кровотечение усиливается, так как в этом случае сдавливаются только вены, а не артерии.

**Максимальное сгибание конечности.** В сложных ситуациях, когда рана находится в паховой или подмышечной области и жгут применить нельзя, на область сустава накладывают тугую подушечку из марли, материи, поролона или губчатой резины, максимально сгибают конечность (если не повреждены кости) и привязывают к туловищу (рис. 5.4).

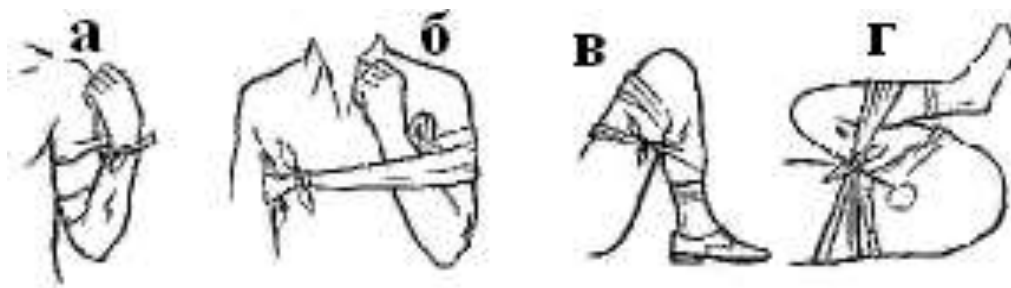


Рис. 5.4. Максимальное сгибание конечностей при остановке кровотечения из артерий: а – предплечья; б – плеча; в – голени; г – бедра.

При ранении верхней конечности кровотечение можно остановить, оттянув локти назад и связав их (рис.5.5). При этом ключица прижимается к первому ребру и сдавливает подключичную артерию.



Рис. 5.5. Остановка кровотечения из ран верхней конечности

## 5.5. Механические повреждения

**Ушибы, растяжения и разрывы связок** – повреждения тканей и органов без нарушения целостности кожи. Признаки этих травм одни и те же – сильные боли, кровоподтек, припухлость, нарушение функции ушибленного органа или области (ограничение подвижности сустава, конечности)

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** – покой и охлаждение доступными способами. При ушибах сустава, растяжениях и разрывах связок – фиксация сустава (тугое бинтование, наложение шины), холод

**Сдавливание** – длительное травматическое сжатие больших областей мягких тканей, чаще нижних конечностей. Эти повреждения относятся к очень тяжелым, и они нередки при ДТП. После извлечения пострадавшего из-под сдавливающего предмета у него обычно наблюдается удовлетворительное состояние, которое сохраняется в течение нескольких последующих часов. Затем может развиваться травматический шок. Через два-четыре дня поврежденные конечности резко отекают, становятся плотными, синюшными с белыми пятнами, внезапно развивается недостаточность почек и печени от всасывания продуктов распада поврежденных тканей, что в 60% случаев приводит к смерти.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** заключается в освобождении конечности из-под тяжести, охлаждении ее для уменьшения травматического отека, дачи анальгина. Необходимо принять срочные меры по транспортировке пострадавшего в больницу.

**Вывихи** – стойкое ненормальное смещение суставных поверхностей по отношению друг к другу. Часто сопровождаются разрывом суставной сумки, связок, сосудов, нервов. Признаки: боль в суставе, усиливающаяся при попытках движения; вынужденное положение конечности и «пружинистая подвижность», т.е. при изменении положения конечности она возвращается в прежнее положение; укорочение или удлинение конечности; онемение ее (сдавливание нервных стволов); изменение формы сустава.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** – создание полной неподвижности в пострадавшем суставе теми же способами, как и при переломах. Для уменьшения нарастания отека в области сустава и отчасти болей в нем на поврежденный сустав можно положить холод. Не пытайтесь сами вправлять вывих.

**Переломы** – полное нарушение целостности кости. Могут быть закрытыми и открытыми с разрывом кожи над ним. Признаки перелома: деформация, укорочение или нарушение функций поврежденной конечности, кровоподтек, боль, ненормальная подвижность, костный хруст.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** при переломах является началом их лечения, ибо она предупреждает такие осложнения, как коллапс, шок, кровотечение, раневую инфекцию. При закрытых переломах главным является предупреждение дальнейшего смещения костных отломков и травмирования ими окружающих тканей, а при открытых – наложение асептической повязки с фиксацией (закреплением в неподвижном состоянии) поврежденных костей. Для этого пострадавшую конечность фиксируют посредством специальных шин или подручных предметов – досок, палок, солнцезащитных козырьков автомобиля, пучков ветвей или камыша. В крайнем случае сломанную руку можно прибинтовать к туловищу, ногу – к другой ноге (рис.5.6)



Рис. 5.6. Подвязывание больной ноги к здоровой при отсутствии шины

Шину или подручное средство прикрепляют к руке бинтом, косынкой, куском материи таким образом, чтобы были захвачены и лишены подвижности суставы, находящиеся выше и ниже места повреждения (рис. 5.7).



Рис. 5.7. Наложение шины при переломе костей предплечья с использованием подручных средств (хвороста)

При переломах ключицы шину наложить невозможно, поэтому нужно зафиксировать руку так, чтобы она была неподвижна в плечевом суставе. Для этого руку, согнутую в локте, прибинтовывают к туловищу или подвешивают на косынке (рис. 5.8). Таким же образом поступают при переломах плеча, предплечья и кисти, предварительно наложив шину.



Рис. 5.8. Фиксирующая повязка при переломе ключицы

Перелом ребер сопровождается резкой болью при вдохе и выдохе. Первая помощь заключается в тугом бинтовании грудной клетки бинтом или полотенцем (рис. 5.9) для того, чтобы уменьшить ее движение при дыхании.

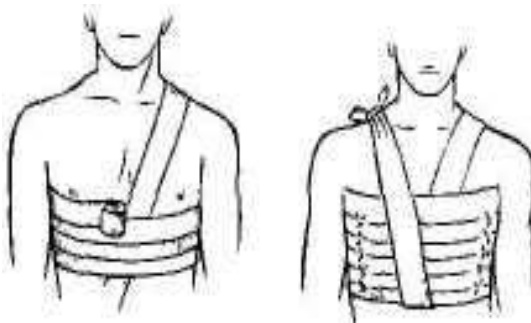


Рис. 5.9. Наложение повязки при ранении грудной клетки

При переломах нижней челюсти, носа, подбородка и повреждении верхней губы применяют пращевидные повязки (рис.5.10)

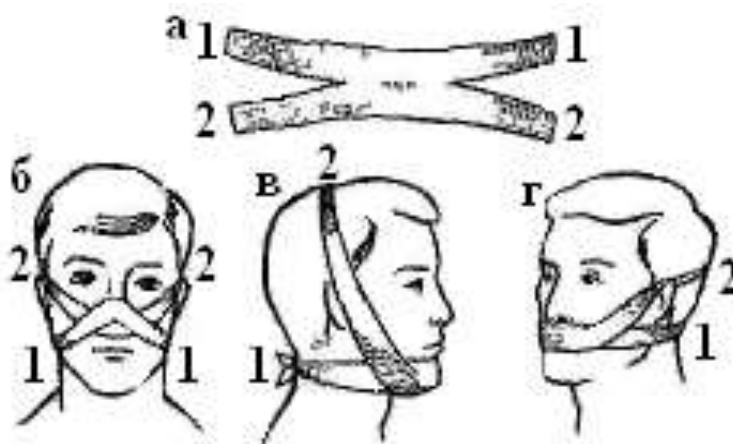


Рис. 5.10. Типы прашевидных повязок: а - форма прашевидной повязки; б – повязка на нос, в – повязка на подбородок, г – повязка на верхнюю губу; 1 и 2 – концы прашевидной повязки

При переломах нижней челюсти пострадавший не должен есть и разговаривать до тех пор, пока его не осмотрит врач. При тяжелых переломах челюсти с повреждением подбородка иногда затрудняется дыхание, так как язык западает в глубь рта. В таких случаях надо уложить пострадавшего лицом вниз и в таком положении доставить его в больницу.

Очень серьезны повреждения позвоночника и таза. При переломах позвоночника пострадавший жалуется на боли в месте травмы, усиливающиеся при движениях. Если поврежден спинной мозг, наступает частичная или полная неподвижность и потеря чувствительности в ногах, а при травме в шейном отделе – в руках.

При переломе таза, кроме болей, возможно ограничение движений, появление симптома «прилипшей пятки», когда лежащий на спине человек не может поднять ногу, оторвать от земли пятку.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** Оказывая первую помощь пострадавшему с подозрением на перелом позвоночника, нужно соблюдать исключительную осторожность. Нельзя сажать его, заставлять самостоятельно поворачиваться и передвигаться. При грубом, неосторожном обращении можно сместить сломанный позвонок, в результате чего возникнет сдавление или повреждение спинного мозга с тяжелыми последствиями. Транспортировать пострадавшего можно уложив его на спину или живот, на мягких носилках или на щите. При болях в шейном отделе позвоночника нужно закрепить голову и шею, обложив их мягкими предметами.

При переломах костей таза могут быть повреждены мочеиспускательный канал, мочевой пузырь, кишечник и другие органы. Поэтому пострадавшего нельзя поворачивать на бок, сажать и ставить на ноги. Его укладывают (рис. 5.8.) на спину на носилки, а под согнутые и разведенные колени подкладывают валики из каких-нибудь предметов.

Это положение обеспечивает расслабление мышц таза, уменьшает боли в области перелома и препятствует дальнейшему смещению отломков.



Рис. 5.8. Положение больного с переломом таза при транспортировке

Переломы позвоночника и таза зачастую сопровождаются шоком. Для снятия боли пострадавшему нужно дать обезболивающее средство, в зимнее время – хорошо укутать.

### 5.6. Раны и раневая инфекция

**Рана** – открытое повреждение целостности покровов тела с возможным нарушением глубоких тканей. В зависимости от того, чем нанесена травма, различают раны резаные, колотые, рубленые, рваные, ушибленные.

**Колотые раны** могут быть очень глубокими. Они особенно опасны, если расположены в области живота, груди, так как могут привести к повреждению внутренних органов (легких, кишечника).

**Резаные раны** имеют ровные края, сильно кровоточат, но хорошо заживают.

**Рваные и рвано-ушибленные раны** наиболее часты при ДТП. Они имеют неровные края, вокруг которых находятся ссадины, ушибы, плохо заживают и обычно загрязнены.

В момент повреждения в рану вместе с ранящим предметом заносится инфекция, поэтому каждая рана практически загрязнена микробами. При неправильных действиях в момент оказания первой помощи может быть внесена вторично дополнительная инфекция. Возникает местное воспаление – краснота, боль, уплотнение тканей вокруг раны. Позднее появляются признаки общего заражения – потеря аппетита, вялость, повышение температуры тела. Развитие раневой инфекции удлиняет сроки заживления ран. Борьба с ней ведется методами антисептики и асептики.

**Асептика** – совокупность мероприятий, направленных на уничтожение микробов до их попадания в рану и основанных на обеззараживании всех предметов, соприкасающихся с раной, длительным воздействием высокой температуры (120-200°C), т. е. физическим способом, а также на применении



некоторых химических средств. Основной закон асептики: *все, что приходит в соприкосновение с раной, должно быть стерильно.*

**Антисептика** – совокупность методов и способов, направленных на ослабление или полное уничтожение микробов, уже находящихся в ране. Она бывает механической – удаление инородных тел с поверхности раны, физической – наложение асептической гигроскопической ватно-марлевой повязки на рану, химической – обработка раны дезинфицирующими средствами (настойкой йода, этиловым спиртом, фурацилином и т.д.); биологической – введение противостолбнячной сыворотки, антибиотиков и др. При оказании помощи пострадавшим в ДТП наиболее эффективной является физическая антисептика. Физическая антисептика заключается в том, что применяют физические методы, при помощи которых в ране создаются условия, неблагоприятные для жизни и размножения микробов. К этим методам относится наложение на рану гигроскопической ватно-марлевой повязки, применение гипертонических растворов, высушивающих порошков, тампонов, дренажей.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** при ранениях заключается в остановке кровотечения, туалете раны (обработка краев раны) и наложении стерильной повязки. Нельзя промывать глубокую рану, очищать ее, прикасаться к ней руками. Если рана сильно загрязнена, можно только протереть кожу вокруг нее движениями от краев стерильной ватой или марлей. Затем такими же движениями кожу смазывают обеззараживающей жидкостью – настойкой йода, спиртовым раствором бриллиантовой зелени («зеленкой»), но слегка, чтобы эти средства не попали в рану – они вызывают ожог поврежденных тканей. После этого нужно перевязать рану, т.е. наложить повязку. В качестве перевязочного материала применяют марлю, стерильные бинты и салфетки. Не следует брать бинт всей ладонью, надо держать его между пальцами за боковые стороны. Концом бинта, сложенным в несколько слоев, закрывают рану и забинтовывают. Рану также можно закрыть стерильной марлевой салфеткой, не прикасаясь к той ее части, которая ляжет на раневую поверхность. Обязательно обратиться в лечебное учреждение.

## **5.7. Понятие о травме грудной клетки и живота**

Различают сотрясения, ушибы, сдавления, проникающие ранения грудной клетки и разрывы легких.

При сотрясении грудной клетки у пострадавшего могут развиваться падение сердечной деятельности, одышка, бледность или синюшность, холодный пот, явления шока, а иногда и потеря сознания. Ушиб, сдавление грудной клетки могут сопровождаться переломом ребер, разрывом сосудов, плевры и легкого, развитием шока. При проникающем ранении грудной клетки, разрыве легкого развивается пневмоторакс – скопление воздуха в

плевральной полости, который сдавливает легкое, нарушая тем самым дыхание и сердечную деятельность.

Воздух выходит также в подкожную клетчатку, в результате чего образуется подкожная эмфизема. Проникающее ранение грудной клетки характерно еще тем, что при дыхании воздух с шумом просачивается через рану – «рана дышит». Если повреждены межреберные и другие сосуды или произошел разрыв легкого, в плевральную полость изливается кровь – возникает гемоторакс (скопление крови в плевральной полости).

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** Пострадавшему нужно обеспечить покой и согревание. При явлениях шока проводить противошоковые мероприятия. Если имеется открытый пневмоторакс, на проникающую рану необходимо наложить липкий пластырь или марлевую повязку (рис.5.9). Эвакуация в больницу срочная в лежащем (на раненом боку) или в полусидячем положении.



Рис. 5.9. Наложение повязки лейкопластырем при открытом пневмотораксе

Из закрытых повреждений органов брюшной полости наиболее часто встречаются разрывы печени, селезенки, почек, желудка, кишок, мочевого пузыря. При разрывах кишки, желудка, мочевого пузыря основной опасностью является инфицирование брюшной полости их содержимым с развитием гнойного перитонита (воспаление брюшины). При разрывах почек, печени, селезенки и других неполостных органов возникает внутреннее кровотечение, что может быстро привести пострадавшего к смерти. Признаки повреждения органов брюшной полости: сильные боли в животе, напряжение брюшной стенки, неподвижность ее при дыхании, бледность, холодный пот, частый и малый пульс, картина шока.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** При проникающем ранении в живот и выпадении внутренних органов на рану накладывают стерильную повязку. Выпавшие органы нельзя вправлять в брюшную полость. Пострадавшему нельзя давать есть и пить. В лежащем положении пострадавшего нужно в кратчайший срок доставить в больницу, так как повреждение внутренних органов требует немедленной операции.

## 5.8. Черепно-мозговая травма

К черепно-мозговым травмам относятся сотрясения мозга и переломы костей черепа.

**Сотрясение мозга** характеризуется потерей сознания (от нескольких секунд до нескольких минут и даже часов), рвотой (одно- или многократной), ретроградной амнезией (потерей памяти о событиях, предшествующих травме).

Упомянутые признаки не обязательно должны быть выражены все одновременно, каждый из них в отдельности указывает на то, что у пострадавшего имеется эта серьезная травма. Кроме того, первыми признаками сотрясения головного мозга могут быть сонливость, вялость, тошнота, головная боль, головокружение.

**Переломы костей черепа** по своим признакам ничем не отличаются от сотрясения мозга. Иногда может начаться кровотечение или появление прозрачной жидкости из рта, уха или раны, если перелом открытый.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** – лежащее положение, в том числе и при транспортировке. При наличии раны наложить тугую стерильную повязку, холод. Пострадавшего надо доставить в больницу. Если пострадавший находится без сознания, необходимо внимательно следить за тем, чтобы при рвоте он не задохнулся рвотными массами. Для этого, если нет повреждений позвоночника и таза, его укладывают на бок (в противном случае – только на спину, а голову поворачивают на бок).

## 5.9. Термические поражения

**Ожоги** возникают от воздействия на кожу высокой температуры (термические) или едких веществ, чаще всего кислот и щелочей (химические). По тяжести различают четыре степени ожогов.

Первая степень характеризуется появлением красноты, припухлости и болезненностью, вторая – появлением пузырей, наполненных жидкостью; третья – омертвением, четвертая – обугливанием тканей.

Все ожоги очень болезненны и опасны, причем серьезность их определяется не только степенью, но и площадью обожженного участка. Угрожающим жизни может оказаться даже слабый ожог, если он занимает значительную часть поверхности тела. Ожоги опасны еще и тем, что через обожженную поверхность, как и через рану, легко проникают болезнетворные микробы.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** Необходимо как можно быстрее прекратить действие источника высокой температуры. Горящую одежду нужно сорвать или накинуть на пострадавшего какой-нибудь предмет и прижать его к телу.

Без доступа воздуха пламя быстро гаснет. Прилипшую к обожженной

поверхности одежду, если она не пропитана едкой жидкостью (кислотой, щелочью), удалять не следует, как и появившиеся на коже пузыри. Прилипшие гудрон и смолу нужно удалять только с области носа, рта и ушей.

Обожженная поверхность обрабатывается противоожоговым аэрозолем. Затем на обожженную поверхность тела накладывают сухую стерильную повязку.

При обширных ожогах и недостатке стерильного материала обожженную поверхность можно закрыть чистым полотенцем, простыней.

Пострадавший от ожога плохо переносит охлаждение и перегревание. Он должен по возможности находиться в лежачем положении. Не следует отказывать ему в обильном питье.

Перед транспортировкой в лечебное учреждение пострадавшему можно дать обезболивающее средство.

**Отморожения** возникают при длительном воздействии на организм низких температур, не обязательно ниже 0° С. Этому способствуют повышенная влажность воздуха, ветер, резкая смена погоды, промокшая одежда, тесная обувь, затрудняющие кровообращение, общее ослабленное состояние организма, алкогольное опьянение (из-за снижения чувствительности человек не замечает переохлаждения), работа на холоде и ветре с обнаженными, а еще хуже мокрыми руками.

Признаки отморожения: боли, потеря чувствительности, резкое побледнение пострадавших участков тела. После отогревания – резкая болезненность, краснота, отек, возможны пузыри с кровянистой жидкостью.

При ограниченной подвижности и длительном воздействии сырости при температуре выше 0°С может возникнуть озноб, наблюдаемый чаще всего на пальцах, кистях и стопах, реже на носу и ушах. Кожа на пальцах и кистях приобретает красновато-синеватую пятнистую окраску, зудит и утолщается в результате отека.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** заключается в быстрейшем отогревании отмороженных участков теплым воздухом или водой, нагретой до 36-37°С, даче внутрь теплого питья.

Не следует растирать пораженные участки жестким материалом и ни в коем случае снегом во избежание заноса инфекции через мельчайшие царапины, возникающие во время растирания. Можно сделать лишь легкий массаж. Пузыри удалять не следует. Если имеется одеколон или спирт, после отогревания отмороженную поверхность кожи можно обработать ими, а затем наложить теплую стерильную повязку.

Пострадавшего надо тепло укутать и срочно доставить в лечебное учреждение.

Отморожение нередко протекает со значительным охлаждением всего организма (замерзанием) до 20-25°С; более низкая температура несовместима с сохранением жизни. Необходимо как можно быстрее согреть пострадавшего.

Его нужно внести в теплое помещение и погрузить в ванну с температурой воды 20-25°С; постепенно подливая горячую воду,

температуру воды в ванне доводят до 30-36°C. Одновременно делают массаж и растирание всего тела пострадавшего.

Большое значение для профилактики отморожений имеют сухая, свободная и теплая одежда и обувь, горячее питание, наличие мест обогрева.

### **5.10. Электротравма**

Электротравма возникает при непосредственном контакте частей тела с неизолированными проводами и предметами, включенными в электросеть, а также при приближении к высоковольтным установкам на близкое расстояние, при ударе молнии. Опасными для жизни являются переменные токи с напряжением 120 В и выше, хотя описаны случаи смертельных исходов при поражении током гораздо меньшего напряжения, например, в 65 В.

Большую роль при электротравме играет сопротивление кожи, которое зависит от ее толщины, влажности, заземления человека. Сухая одежда и плохо проводящие ток предметы, находящиеся между пострадавшим, электроустановкой или проводом и землей, уменьшают степень опасности. Болезненное состояние, опьянение, очень юный или, наоборот, престарелый возраст, увеличение времени, площади и плотности соприкосновения с источником электричества усугубляют тяжесть электротравм. Настороженность же и готовность к опасности, как правило, уменьшают силу патологической реакции организма на действие тока.

При поражении электротоком в местах входа и выхода его образуются ожоги 3 степени – «знаки тока», имеющие вид черных точек.

При легкой травме без всяких внешних повреждений на коже потерпевший бывает обычно испуган, жалуется на общую разбитость, усталость, которые вскоре проходят.

Получивший более тяжелую травму сразу теряет сознание, иногда на длительное время. При возвращении сознания пострадавший жалуется на головную боль, вялость, сонливость. В тяжелых случаях наступает остановка сердца и дыхания. Помощь надо оказывать очень быстро, иначе может наступить смерть.

Действие молнии на тело человека аналогично действию токов очень высокого напряжения. На теле после поражения молнией часто наблюдается так называемая «фигура молнии», т.е. ветвящийся красноватый рисунок. Поражение часто сопровождается потерей сознания, параличами, которые постепенно исчезают.

#### **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.**

1. Оказывающий помощь должен прежде всего оградить себя от действия тока, учитывая, что не только электроустановка, но и пострадавший в течение продолжающегося воздействия на него тока является проводником электричества. Для этой цели рекомендуется надеть крепкие резиновые перчатки или обмотать руки шерстяной или прорезиненной материей, встать

на сухую деревянную доску, на сверток сухой одежды и т.д., если есть возможность, надеть резиновую обувь.

2. Чтобы прекратить действие тока на пострадавшего, в зависимости от обстоятельств прибегают к следующим мерам:

- выключают рубильник;
- рассекают провод топором или лопатой;
- отделяют пострадавшего от земли, подсунув под него доску, одежду;
- оттаскивают провод от пострадавшего деревянной палкой, сухой веревкой;
- оттягивают пострадавшего от провода, набрасывая на него сухую веревку, или ухватившись за сухие части одежды, которые не прилегают к телу пораженного;
- в крайних случаях разжимают руку, которой захвачен провод, отгибая по одному, причем следует надежно обеспечить неприкосновение к проводу или телу пострадавшего;
- если пострадавший в сознании, но не может разжать руку, следует предложить ему упасть, устраняя в этом случае возможность ушиба при падении.

3. После устранения действия тока при отсутствии признаков жизни у пострадавшего необходимо приступить к проведению искусственного дыхания. Оно должно проводиться в течение 2-3 ч до появления сознания и самостоятельного дыхания.

При потере сознания пострадавшему дают вдыхать нашатырный спирт, растирают и согревают его тело. На обожженные участки накладывают сухую стерильную повязку.

Даже если пострадавший в сознании и не предъявляет жалоб, нужно помнить, что действие электротока на организм может сказаться не сразу, а спустя некоторое время (вплоть до остановки сердечной деятельности и дыхания), поэтому пострадавшего нужно срочно доставить в лечебное учреждение.

Первая помощь при поражении молнией такая же, как при других видах электротравмы.

## **5.11. Тепловой и солнечный удары**

**Тепловой удар может возникнуть в результате** общего перегрева тела при длительном пребывании в теплой одежде, переходах в жаркую погоду, работе в очагах пожара, а также при длительной работе в защитной одежде. Его признаки: усталость, ощущение сильного жара, затруднение дыхания, сонливость, покраснение кожи лица, головокружение, иногда потеря сознания. Температура тела повышается до 42-43°C.

Солнечный удар может произойти при действии прямых солнечных лучей на голову, например у людей, долго находившихся на солнце без головного убора. Воздействие солнечных лучей в таких случаях вызывает

прилив крови к мозгу, в результате чего появляются головная боль, головокружение, потемнение в глазах, покраснение кожи лица, обильная испарина, тошнота, иногда рвота, повышение температуры тела до 38-39°C, резкое учащение пульса, дыхание у пострадавшего становится поверхностным и частым.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ** при тепловом и солнечном ударах одна и та же. Пострадавшего нужно поместить в тени в лежачем положении с приподнятой головой, раздеть до пояса. Голову и грудь смочить холодной водой. Если пострадавший может пить, ему дают обильное холодное питье. Очень эффективны прохладные ванны. При потере сознания дают вдыхать с ватки нашатырный спирт. При остановке дыхания следует приступить к искусственному.

## 5.12. Утопление

При извлечении пострадавшего из воды необходимо быть осторожным. Подплывать к нему следует сзади. Схватив его за волосы или под мышки, нужно перевернуть утопающего вверх лицом и плыть к берегу, не давая ему захватить себя. Оказание первой помощи должно начаться сразу же по извлечении тонувшего из воды.

Обычно пострадавший находится в бессознательном состоянии, пульс и дыхание его резко ослаблены или отсутствуют. В случаях закупорки дыхательных путей водой кожа и слизистые у пострадавшего синюшные, губы и кончики пальцев фиолетово-синего цвета. Из рта и носа выделяется много пены с примесью крови.

Если же смерть в воде наступила от рефлекторного паралича сердца (эмоциональный шок от испуга, внезапное раздражение холодной водой нервных окончаний кожи и гортани), кожа и слизистые у погибших мертвенно-бледные, и в легких у них не бывает воды.

**ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ.** Пострадавшего кладут животом на согнутое колено (рис. 5.10) таким образом, чтобы голова была ниже грудной клетки и любым чистым куском материи удаляют из полости рта и глотки воду, рвотные массы, водоросли.



Рис. 5.10. Положение пострадавшего на колене

Затем несколькими энергичными движениями, сдавливающими грудную клетку, стараются удалять воду из трахеи и бронхов. Следует отметить, что при утоплении паралич дыхательного центра наступает через 4-5 мин., а сердечная деятельность может сохраняться в течение 15 мин. После освобождения дыхательных путей от воды пострадавшего укладывают на ровную поверхность и при отсутствии дыхания приступают к искусственному. При отсутствии сердечной деятельности одновременно необходимо проводить наружный массаж сердца.

Наряду с проведением мер первой помощи нужно принять меры к быстрой доставке пострадавшего в больницу.

Во время ДТП не исключено, что водитель вместе с автомобилем может оказаться под водой. Ситуация сложная, но не безнадёжная. Оставайтесь спокойны, кислорода в кабине хватит еще на 10-15 мин. Пропускайте воду в кузов через полуоткрытые окна – более сильный поток может изменить равновесие машины. Когда вода будет на уровне дверок, не достигая потолка, в кабине образуется кислородный мешок – в нем ваше спасение. Дышите ровно. Наберитесь терпения. Дождитесь такого момента, когда давление внутри станет равным давлению снаружи, и можно будет без особых усилий открыть дверцы. Вот тогда-то, глубоко вдохнув воздух, вместе с пассажиром выходите из автомобиля и устремляйтесь на поверхность.

### 5.13. Терминальные состояния. Понятие о реанимации

Терминальные состояния (крайние стадии умирания) могут быть следствием различных причин — шока, большой кровопотери, закупорки дыхательных путей или асфиксии, электротравмы, утопления, заваливания землей и т. д. В терминальном состоянии можно выделить три стадии: предагональное состояние, агония и клиническая смерть.

**В предагональном состоянии** сознание затемнено или спутано, артериальное давление падает, дыхание затруднено, пульс учащенный, кожные покровы бледные. **Во время агонии** артериальное давление падает до нуля, дыхание носит характер заглатывания воздуха, сознание отсутствует. Затем наступает **клиническая смерть** – переходное состояние от жизни к смерти, длящееся в обычных условиях 5-6 мин. Отсутствуют все внешние проявления жизни (сознание, дыхание, сердцебиение, мышечный тонус и др.), но в тканях организма на чрезвычайно низком уровне еще происходят обменные процессы, которые сохраняют их жизнеспособность и потенциальную возможность полного восстановления. Организм переходит в состояние минимальной жизнедеятельности, и возможность его оживления предопределяется постепенным, неодновременным умиранием отдельных частей центральной нервной системы. Клиническая смерть, если вовремя не были предприняты меры по реанимации (оживлению) организма переходит в



биологическую смерть, для которой характерно развитие необратимых нарушений обмена веществ. Применение методов оживления при этом безрезультатно.

При нарушении дыхания в результате недостаточного поступления в ткани кислорода и накоплении в них углекислоты развивается состояние, называемое **асфиксией**. Общая продолжительность острой асфиксии у человека равна 3-4 мин, затем наступает остановка дыхания при продолжающихся еще некоторое время сердечных сокращениях. Кое-какие нарушения можно предупредить. При механической асфиксии необходимо срочно устранить препятствие, нарушающее проходимость дыхательных путей: пальцами при помощи платка, марли и т. д. очистить полость рта и глотки от слизи, сгустков крови, земли, песка и прочих инородных тел. При западании языка нужно вытянуть его изо рта или выдвинуть вперед нижнюю челюсть за подбородок и повернуть голову набок.

Наиболее чувствительны к недостатку кислорода - клетки коры головного мозга, сохраняющие жизнеспособность только в течение 5-6 мин, после чего наступает их омертвление. Подкорковые образования, в том числе и жизненно важные центры дыхания и кровообращения, более стойки к кислородному голоданию, восстановить их функцию можно спустя и 8-10 мин после клинической смерти, однако вернуть к жизни весь организм уже невозможно. Вот почему при остановке дыхания и сердечной деятельности нужно начать реанимационные мероприятия в первые 3-4 мин, чтобы искусственным путем поддержать жизнедеятельность клеток коры головного мозга, насытить кровь кислородом.

Полное прекращение дыхания можно констатировать, если отсутствует запотевание на поднесенном ко рту пострадавшего небольшом зеркальце, куске стекла. Для того чтобы установить, работает ли сердце, нужно проверить пульсацию сонных артерий, положив кончики пальцев на шею снаружи от дыхательного горла, или послушать сердцебиение, приложив ухо к грудной клетке в области левого соска.

Начинать оживление надо всегда с искусственного дыхания. При отсутствии дыхания и сердцебиения наряду с искусственным дыханием следует проводить наружный массаж сердца.

### ***Способы проведения искусственного дыхания***

Существуют различные способы искусственного дыхания, наиболее простыми и эффективными являются способы «рот в рот» и «рот в нос».

Пострадавшего надо уложить на спину на ровную поверхность, голову запрокинуть. Оказывающий помощь делает максимально глубокий вдох и, прижав свой рот к его рту (носу), делает энергичный выдох. Из гигиенических соображений можно на рот и нос пострадавшего положить марлевую салфетку или чистый платок.

При искусственном дыхании «рот в рот» (рис. 5.11) следует зажать нос пострадавшего, а при способе «рот в нос» зажать его рот, чтобы не выходил

воздух. Если вдыхание производится правильно, то отмечается расширение грудной клетки. Если этого не наблюдается, нужно пострадавшему запрокинуть голову и продолжать искусственное дыхание. Выдох совершается пассивно за счет эластичности легочной ткани и грудной клетки. Таких вдохов пострадавшему производят 14-16 раз в 1 мин, детям – 18-24.

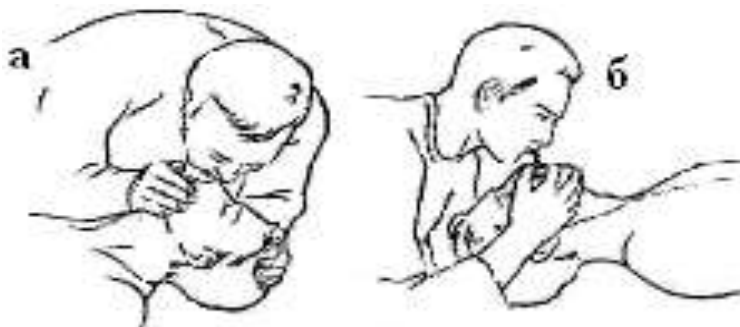


Рис. 5.11. Искусственное дыхание «рот в рот»:  
а – непосредственно «рот в рот»;  
б – с помощью специального воздуховода.

**По способу Сильвестра** (рис.5.12.а) пострадавшего укладывают на спину с опущенной головой (во избежание затекания желудочного содержимого в дыхательные пути). Производящий искусственное дыхание становится у изголовья больного, берет его руки за среднюю треть предплечий и отводит их вверх за голову до горизонтальной линии (вдох). Через 1-2 с опускает руки, сгибая их в локтевых суставах и придавливая к грудной клетке. В минуту производят 12-16 таких движений.

**По способу Шефера** (рис.5.12.б) пострадавшего укладывают на живот и проводят методическое сдавливание грудной клетки 12-16 раз в минуту.

Методы Сильвестра и Шефера противопоказаны при травмах грудной клетки, метод Сильвестра – при переломах верхних конечностей.

Продолжать искусственное дыхание нужно до восстановления самостоятельного дыхания и появления пульса.

### ***Нанесение прекардиального удара***

В случае внезапной смерти (особенно при поражении электрическим током) первое, с чего нужно начинать помощь, – нанести прекардиальный удар по груди пострадавшего. Если удар нанесен в течение первой минуты после остановки сердца, то вероятность оживления превышает 50%.

При нанесении удара при наличии пульса на сонной артерии есть риск спровоцировать остановку сердца. Поэтому, прежде чем нанести удар, обязательно убедитесь, что пульса на сонной артерии нет.

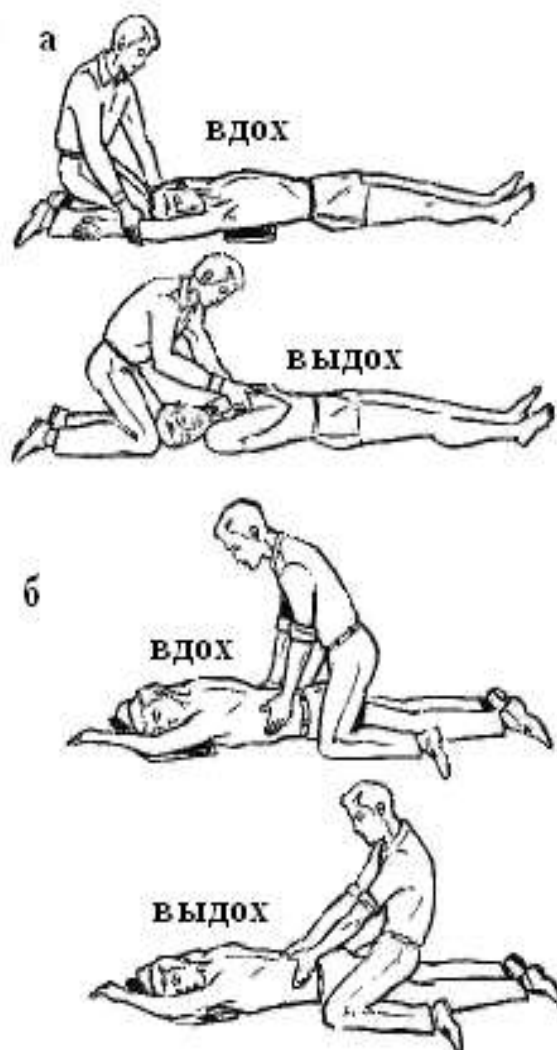


Рис. 5.12. Искусственное дыхание:  
а – по способу Сильвестра, б – по способу Шефера

Удар наносится следующим образом:

- двумя пальцами прикройте мечевидный отросток грудины (в случае удара по отростку он может отломиться и травмировать печень);
- нанесите удар кулаком выше своих пальцев, прикрывающих мечевидный отросток;
- после удара проверьте пульс на сонной артерии;
- если после удара пульс не появился – приступайте к наружному массажу сердца.

#### ***Механизм действия и техника наружного массажа сердца***

При ритмичном сжатии сердца между грудиной и позвоночником кровь изгоняется из левого предсердия в аорту и поступает, в частности, в головной мозг, а из правого – в легкие, где насыщается кислородом. После прекращения давления на грудную клетку полости сердца вновь заполняются кровью.



Рис. 5.13. Наружный массаж сердца:  
а – место расположения рук при проведении наружного массажа;  
б – правильное расположение рук; в – правильное действие руками

При проведении наружного масса сердца пострадавшего укладывают спиной на твердую поверхность, лучше на высоте стола. Оказывающий помощь становится слева от пострадавшего, левую ладонь кладет ему на область сердца, покрывает сверху правой и делает энергичный толчок, чтобы сотрясение грудной клетки распространилось на сердечную мышцу (рис.5.13). Грудную клетку сдавливают строго вертикально на 4-5 см с частотой 60 раз в минуту. У детей массируют сердце одной рукой.

Если у пострадавшего наступила остановка дыхания и сердечной деятельности, то наружный массаж сердца проводят наряду с искусственным дыханием в перерывах между вдохами, но не одновременно, даже если помощь оказывают два человека. После 3-4 энергичных толчков на область сердца производится 1 выдох в рот пострадавшего.

Эффективность наружного массажа проявляется через некоторое время: появляется пульс на крупных артериях, розовеют губы, восстанавливается самостоятельное дыхание. Сознание обычно восстанавливается позже. Даже при отсутствии заметного лечебного эффекта наружный массаж сердца позволяет сохранить кровоснабжение мозга до прибытия вызванных сразу же после ДТП медиков.

Следует помнить, что грубое проведение наружного массажа сердца может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца, желудка и печени, особенно у детей и стариков.

## 5.14. Первые действия на месте ДТП

### Правила переноски и транспортировки пострадавших

Большинство ДТП происходит вдали от лечебных учреждений, поэтому важно, чтобы максимальное количество участников движения владело приемами оказания первой помощи пострадавшим. Чтобы оказать ее, нужно не только знать, как это делается, но и располагать минимальным набором перевязочного материала и медикаментов в аптечке автомобиля. Прежде чем приступить к подробному рассмотрению каждого из этапов оказания помощи пострадавшим применительно к наиболее распространенным видам травм (в результате наездов транспортных средств на пешеходов и лобовых столкновений или наездов на препятствия), целесообразно остановиться на следующем важном обстоятельстве, имеющем профилактический характер.

Если столкновение транспортных средств, наезд на препятствие или пешехода неминуемы, водителю и пассажирам, даже пользующимся ремнями безопасности, рекомендуется принять определенное положение, которое препятствовало бы перемещению тела внутри автомобиля, и удару о детали передней части – рулевую колонку с рулевым, приборный щиток, ветровое стекло и его раму, стойки, крышку и т.д. (рис.5.14).



Рис. 5.14. Положение водителя и пассажира на заднем сиденье перед наездом на препятствие или пешехода или столкновением со встречным автомобилем

В момент, непосредственно предшествующий лобовому столкновению, водитель должен положить оба предплечья на руль, крепко удерживая его кистями. Их следует расположить у верхней точки рулевого колеса близко друг к другу (рис.5.15).



Рис. 5.15. Положение рук и головы водителя и пассажира на переднем сиденье перед лобовым столкновением

В этом случае, если даже и произойдет резкое движение головы водителя вперед, лицо и голова ударятся не о детали автомобиля, а о более мягкие кисти и предплечья рук и возникшие при этом травмы, естественно, будут не столь тяжелыми. Голову и шею водитель должен наклонить вперед, а туловищем натянуть ремень безопасности, так как слабо натянутый ремень в момент столкновения может дополнительно травмировать грудную клетку или брюшную полость. Ремни безопасности должны быть правильно подогнаны по размерам туловища человека.

Пассажир сидящий рядом с водителем, также должен максимально натянуть своим телом ремень безопасности, упереться кистями полусогнутых рук в приборную доску и наклонить вперед возможно ниже голову и шею.

Пассажир, сидящий на заднем сиденье, должен лечь на него (рис.5.16) или, если он пристегнут ремнем безопасности, согнуться, обхватив бедра руками (рис.5.17).

Именно в таких позах водитель и пассажиры легкового автомобиля получают минимальные травмы при столкновениях транспортных средств и наездах на препятствия или пешехода (при экстренном торможении).



Рис. 5.16. Положение нефиксированного ремнями безопасности пассажира на заднем сиденье перед столкновением транспортных средств или наездом на препятствие



Рис. 5.17. Положение, которое рекомендуется принять пассажиру на заднем сиденье перед наездом на крупное препятствие или столкновением со встречным автомобилем

Рассчитывать на то, что водитель и пассажиры избегнут травм, крепко держась руками за сиденье, либо упершись руками в приборный щиток или

спинку переднего сиденья, не приходится, если пассажиры и водитель не фиксированы ремнями безопасности. Ведь в момент столкновения (или экстренного торможения), например при скорости 90 км/ч масса тела человека возрастает до 500 кг и более. Конечно же, силы мышц предплечий и кистей не хватит для того, чтобы удержать тело человека на месте.

Противоположные положения должны занять водитель и пассажиры в случае, если их автомобилю угрожает наезд сзади. Водителю необходимо упереться ногами в пол автомобиля возле педалей и плотно прижаться спиной к спинке сиденья, руки быстро завести за голову и сомкнуть кисти на шее под затылком. Этим водитель до некоторой степени предохранит себя от травмы шейного отдела позвоночника.

Сидящий рядом с водителем пассажир должен принять такое положение на сиденье, чтобы голова и шея плотно прижались к спинке сиденья, колени уперлись в приборный щиток, а руки крепко держались за край сиденья (рис.5.18). Аналогичную позу должен принять пассажир, сидящий на заднем сиденье.



Рис. 5.18. Положение, которое должны принять водитель и пассажир на переднем сиденье перед наездом на их автомобиль сзади

Практика показывает, что люди, успевшие подготовиться подобным образом в момент, непосредственно предшествующий ДТП, получают менее тяжелые травмы, чем те, кого происшествие застало врасплох.

Обстановка на месте ДТП может сложиться нервной и тревожной, особенно в темное время суток, когда не сразу можно понять, насколько серьезно случившееся. Во избежание пожара для освещения места происшествия нельзя пользоваться открытым огнем, так как в темноте можно не заметить разлитого бензина. В любой ситуации важно не терять самообладания, иметь навык действий, отработанных на теоретических и практических занятиях. Эти действия должны быть следующими:

1. Организация вызова «скорой помощи». Если нет мобильной связи, то одного из присутствующих нужно отправить к ближайшему телефону с заданием сообщить в лечебное учреждение и отделение милиции о характере и месте ДТП, числе пострадавших.

2. Извлечение пострадавших из разбитого автомобиля ДТП часто сопровождаются сложными переломами, черепно-мозговыми травмами, повреждениями позвоночника. У пострадавшего может быть сразу несколько

травм. Поэтому выносить его из автомобиля следует очень осторожно. Нельзя дергать и сгибать ему туловище, руки или ноги, вытягивать их силой. Надо постараться прежде всего устранить все, что удерживает потерпевшего. Если потерпевший в бессознательном состоянии, выносить его из автомобиля нужно вдвоем или втроем, стараясь не изменять положения, в котором он находится. С особым вниманием следует отнестись к пострадавшему при подозрении на перелом позвоночника, не перемещать его без крайней надобности, ибо это может вызвать паралич. Такого человека нужно положить на спину или живот, проследив, чтобы место повреждения не ущемлялось.

3. Оказание первой медицинской помощи. Пострадавшему нужно ослабить галстук, расстегнуть воротник, пояс, чтобы не затруднялось дыхание.

При переломах и вывихах необходимо во всех случаях накладывать шины, а при отсутствии их делать фиксацию с помощью подручных средств (досок, палок); если у пострадавшего возникло кровотечение, следует принять меры к временной остановке его.

4. Транспортировка пострадавшего в лечебное учреждение. Когда все возможное для спасения пострадавших на месте происшествия сделано, а «скорую помощь» вызвать нельзя или ясно, что она прибудет поздно, нужно позаботиться об их доставке в ближайшее лечебное учреждение. Действовать надо с такой же осторожностью и вниманием, как и при извлечении их из автомобиля. Если возникает необходимость приподнять пострадавшего, следует пользоваться следующими приемами:

- встать на колени сбоку от пострадавшего, подвести руки под лопатку, голову, шею и приподнять его,
- встать на колени у изголовья пострадавшего, подвести руки под плечи и приподнять его.

Самостоятельное передвижение пострадавшего при повреждениях нижних конечностей, черепа, органов грудной и брюшной полости не разрешается. Если необходимо перенести пострадавшего на носилках, его укладывают осторожно, без сотрясения и в удобном для него положении. Рядом с пострадавшим с поврежденной стороны ставят носилки. Два человека встают на одно колено, один из них подводит руки под голову, шею и спину, другой – под крестец и голени пострадавшего, третий подвигает под него носилки. Приподнимать носилки нужно осторожно и одновременно, идти обязательно в ногу, короткими шагами, слегка сгибая ноги в коленях. Идущий впереди обязан предупреждать заднего о всех препятствиях на дороге. При подъеме в гору пострадавшего переносят головой вперед, при спуске с горы – ногами вперед, за исключением случаев повреждения нижних конечностей. Всегда нужно стараться сохранить горизонтальное положение носилок.



Когда пострадавшего необходимо перенести на руках, следует воспользоваться следующими приемами:

- если переносит один человек, он подводит одну руку под ягодицы, другую — под спину, поднимает пострадавшего и несет (рис.5.19),



Рис. 5.19. Переноска пострадавшего одним человеком

- если переносят два человека, они становятся по обеим сторонам пострадавшего на одно колено – на то, которое ближе к его голове, подводят одну руку под спину, а другую под ягодицы, поднимают и несут не в ногу. При бессознательном состоянии пострадавшего наиболее удобен способ переноски «друг за другом!» (рис. 5.20.а),



Рис. 5.20. Способы переноски пострадавшего двумя переносящими:

а – «друг за другом»,  
б – на «замке из трех рук»,  
в – на «замке из четырех рук»

- если пострадавшего по состоянию здоровья можно переносить в сидячем положении, то легче это сделать на «замке из трех рук» – переносящие из трех рук создают сиденье, а из одной – опору для спины (рис. 20.б) или на «замке из четырех рук» (рис.5.20.в).

Транспортировку в зависимости от характера травмы осуществляют по следующим правилам:

- при травмах головы и головного мозга, при переломах костей черепа, позвоночника и таза пострадавшего транспортируют только в горизонтальном положении;

- при переломах ребер, ключиц наиболее безболезненна транспортировка в положении сидя, но когда пострадавший не может сидеть, транспортировку осуществляют на носилках с приданием ему полусидячего положения,

- при ранениях грудной клетки пострадавшего укладывают на раненый бок или на спину в полусидячем положении;

- при ранении шеи спереди пострадавшему придают полусидячее положение с наклоном головы к груди в сторону ранения;

- при ранениях живота и при внутренних кровотечениях пострадавшего укладывают на спину, под колени и крестец подкладывают подушку или другой заменяющий ее предмет;

- при обморочных состояниях пострадавшего укладывают так, чтобы голова его была ниже ног.

Следует предусмотреть все особенности предстоящей транспортировки: ее дальность, качество дороги, метеоусловия, характер полученных травм и состояние пострадавшего, а также позаботиться о том, чтобы оно не ухудшилось в результате перевозки. Во всех случаях принимают меры по предупреждению травматического шока. По прибытии в лечебное учреждение не выносите пострадавшего из автомобиля, а попросите медицинских работников осмотреть его и решить вопрос о дальнейших действиях по оказанию помощи.

Никогда нельзя оставлять раненых одних и отправлять их без сопровождающего, который может потребоваться, чтобы оказать необходимую помощь в пути. Кроме того, своим поведением, разговорами он должен укреплять в пострадавшем уверенность в благополучном исходе случившегося.

## Литература

1. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие для вузов. – М.: ВЛАДОС – Пресс, 2003. – 495 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова. 7-е изд. – М.: Высш.шк., 2007. –616 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Л.А. Михайлова. – СПб.: Питер. 2009. – 461 с.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Э.А. Арустамова. – М.: «Дашков и К.», 2009. – 452 с.
5. Безопасность жизнедеятельности и здоровье: Учебное пособие. Н.И. Ниретин, С.В. Денисова, М.А. Коннов. – Арзамас: АГПИ, 2007. – 176 с.
6. Елкина Л.Г., Набиуллина Р.Р. Управление экологической безопасностью: принципы, способы и формы организации на предприятии. Вестн. УГАТУ. Экономика. 2009. Т. 12. № 3 (32). – С.48–56.
7. Занько Н. Г., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. 13-е изд. / Под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 672 с.
8. Иванюков М.И. Основы безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие / М.И. Иванюков, В.С. Алексеев. – М.: «Дашков и К.», 2007. – 153 с.
9. Калюжный Е.А., Михайлова С.В., Напреев С.Г. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Арзамас: АГПИ, 2012. – 316 с.
10. Кодолова А.В. Экологическая безопасность: понятие и структура // Вестн. Удмурт. ун-та. 2005. Правоведение. № 6 (1). – С. 150–158.
11. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи: Учебное пособие / Под общ. ред. Р.И. Айзмана, С. Г. Кривошекова, И. В. Омельченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 396 с:
12. Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. М.: ИЦ «Россия Молодая» – Экология, 1992. – 367 с.
13. Чумаков А.Н. Глобальный мир: проблема управления // Универсальная и глобальная история (эволюция Вселенной, Земли, жизни и общества). Волгоград: Учитель, 2012. – С. 543–554.
14. Шеховцов А.А. Загрязнение воздуха в России: 1992–2006 // Россия в окружающем мире – 2008. Устойчивое развитие: экология, политика, экономика. М.: Изд-во МНЭПУ, 2008. – С. 68–96.
15. Экология / Под ред. В.В. Денисова. Ростов н/Д: ИЦ МарТ, 2002. – 640 с.
16. Яблоков А.В. Миф об экологической чистоте атомной энергетики. – М: УМК «Психология», 2001. – 136 с.
17. [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru) – официальный сайт МЧС РФ
18. [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com) – основные ГОСТы
17. [www.libgost.ru](http://www.libgost.ru) – основные ГОСТы

Учебно-методическое пособие разработали:

**Басуров Владимир Адольфович,**

к.б.н., доцент кафедры экологии ННГУ имени Н.И.Лобачевского,  
научный редактор пособия

Введение, Глава 1, Глава 4

**Калюжный Евгений Александрович,**

кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой  
медицинской подготовки и безопасности жизнедеятельности Арзамаского  
филиала ННГУ имени Н.И.Лобачевского

Глава 2

**Михайлова Светлана Владимировна**

аспирант, преподаватель кафедры медицинской подготовки и  
безопасности жизнедеятельности Арзамаского филиала ННГУ имени  
Н.И.Лобачевского

Глава 5

**Савинов Александр Борисович**

доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ННГУ  
имени Н.И.Лобачевского

Глава 3

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Составители:

**Владимир Адольфович Басуров  
Евгений Александрович Калюжный  
Светлана Владимировна Михайлова  
и др.**

*Учебно-методическое пособие*

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»  
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23**

Подписано в печать.      Формат 60х84 1/16  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 11,6. Уч.-изд. л.  
Тираж 500 экз. Заказ №.....

Отпечатано в типографии Нижегородского госуниверситета  
им. Н.И. Лобачевского  
603600, Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, 37