

Серия  
(Высшее образование»



*Т.А. Хван, П.А. Хван*

# **Безопасность Жизнедеятельности**

*Издание 4-е,  
переработанное  
и дополненное*

*Рекомендовано Министерством  
Российской Федерации  
образования в качестве  
учебного пособия  
для студентов вузов*

Ростов-на-Дону  
«ФЕНИКС»  
2004

ББК 63.3(2)  
X 30

Рецензенты:  
д.э.н., профессор *В.Н. Чанек*,  
д.м.н., *А.Р. Квасов*

Хван Т.А., Хван П.А.  
X 30 Безопасность жизнедеятельности. Серия «Высшее образование». Ростов н/Д: «Феникс», 2004. — 416 с.

Учебное пособие написано в соответствии с государственным образовательным стандартом для высших учебных заведений и представляет собой изложение вопросов идентификации опасных и вредных факторов в системе «человек—среда обитания», предупреждения воздействия негативных факторов на организм человека, основ ликвидации последствий их воздействия на организм в бытовой, производственной среде в мирное время и в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Для студентов вузов.

ISBN

5-222517-9

ББК 63.3(2)

© Хван Т.А., Хван П.А., 2004

© Оформление: изд-во «Феникс», 2004

## **ВВЕДЕНИЕ**

Безопасность жизнедеятельности представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов во всех сферах человеческой деятельности, сохранение безопасности и здоровья в среде обитания. Эта дисциплина решает следующие основные задачи:

- идентификация (распознавание и количественная оценка) негативных воздействий среды обитания;
- защита от опасностей или предупреждение воздействия тех или иных негативных факторов на человека;
- ликвидация отрицательных последствий воздействия опасных и вредных факторов;
- создание нормального, то есть комфортного состояния среды обитания человека.

**Интегральным показателем** безопасности жизнедеятельности является продолжительность жизни. На ранних этапах антропогенеза (для первобытного человека) она составляла приблизительно 25 лет. На человека воздействовали, в основном, опасности природного характера: зависимость от климатических условий, низкий уровень белкового питания и др.

Развитие цивилизации, под которой мы понимаем прогресс науки, техники, экономики, индустриализацию сельского хозяйства, использование различных видов энергии, вплоть до ядерной, создание машин, механизмов, применение различных видов удобрений и средств для борьбы с вредителя-

ми, значительно увеличивает количество вредных факторов, негативно воздействующих на человека. Важным элементом в обеспечении жизнедеятельности человека становится защита от этих факторов.

На протяжении всего существования человеческая популяция, развивая экономику, создавала и социально-экономическую систему безопасности. Вследствие этого, несмотря на увеличение количества вредных воздействий, уровень безопасности человека возрастал. В настоящее время средняя продолжительность жизни в наиболее развитых странах составляет около 77 лет.

Вторгаясь в природу, законы которой еще далеко не познаны, создавая новые технологии, люди формируют искусственную среду обитания — техносферу. Если учесть, что нравственное и общекультурное развитие цивилизации отстает от темпов научно-технического прогресса, становится очевидным увеличение риска для здоровья и жизни современного человека. По данным ВОЗ, например, смертность от несчастных случаев занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. От несчастных случаев гибнут молодые, трудоспособные люди; травматизм является основной причиной смерти человека от 2 до 41 года. Так, в настоящее время ежегодно в России в авариях и катастрофах гибнет около 50000 чел., получают травмы 250000 чел. Это связано с повышением риска во всех областях деятельности и сфере жизни человека.

Курс «Безопасность жизнедеятельности» предусматривает процесс познания сложных связей человеческого организма и среды обитания. Воздействие человека на среду, согласно законам физики, вы-

зывает ответные противодействия всех ее компонентов. Организм человека безболезненно переносит те или иные воздействия до тех пор, пока они не превышают пределы адаптации. «Безопасность жизнедеятельности» рассматривает:

- безопасность в бытовой среде;
- безопасность в производственной сфере;
- безопасность жизнедеятельности в городской среде (селитебной зоне);
- безопасность в окружающей природной среде;
- чрезвычайные ситуации мирного и военного времени. Бытовая среда — это вся сумма факторов, воздействующих на человека в быту. Реакцию организма на бытовые факторы изучают такие разделы науки, как коммунальная гигиена, гигиена питания, гигиена детей и подростков.

Производственная среда — это совокупность факторов, воздействующих на человека в процессе трудовой деятельности.

Безопасность в природной среде — это одна из отраслей экологии. Экология изучает закономерности взаимодействия организмов с окружающей средой. Среда обитания неразрывно связана с понятием «биосфера».

Термин «биосфера» введен австралийским геологом Зюссом в 1875 году. Биосфера — природная область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу, верхний слой литосферы. С именем русского ученого Вернадского связано создание учения о биосфере и ее переходе в ноосферу. Основным в учении о ноосфере является единство биосферы и человечества,

«Человек охватил своей жизнью, своей культурой всю верхнюю оболочку планеты, всю биосфе-

ру, — писал Вернадский, — биосфера переходит в новое эволюционное состояние — ноосферу, перерабатывается научной мыслью социального человечества... через организованный человеческий труд». Жизнь человечества стала единой, связь и транспорт охватили всю планету. В эпоху ноосферы человек уже может и должен «мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи, государства, но и в планетном аспекте». В учении о ноосфере заложен активный оптимизм, вера в разумное регулирование отношений человека и природы.

В июне 1992 года в Рио-де-Жанейро была проведена международная встреча на высшем уровне по проблемам планеты Земля, вызванная тем, что глобальная окружающая среда изменяется в настоящее время намного быстрее, чем когда-либо в предыдущие столетия, и эти изменения несут реальную угрозу безопасности и обеспеченному будущему людей. На встрече был принят всемирный план действий — Повестка дня на XXI век, — направленный на достижение устойчивого развития. Первоочередными задачами для обеспечения устойчивого развития являются:

— поиск путей, позволяющих обеспечить экономический рост и процветание при одновременном уменьшении расхода энергии, сырья и производственных отходов;

— определение сбалансированных структур потребления для всего мира, которые Земля сможет выдержать в течение продолжительного времени.

Расточительный стиль жизни огромным грузом ложится на окружающую среду. Одной из основ-

ных причин постоянной деградации окружающей среды во всем мире является структура потребления и производства, не обеспечивающая устойчивости, особенно в промышленно развитых странах. В данном случае устойчивое развитие означает управляемое, согласованное с эволюционными законами природы и общества, то есть такое развитие, при котором жизненные потребности людей нынешнего поколения удовлетворяются без лишения такой возможности будущих поколений.

Одним из главных понятий безопасности жизнедеятельности является так называемая **«аксиома о потенциальной опасности»**.

Анализ общественной практической деятельности дает основание для утверждения о том, что любая деятельность потенциально опасна (1).

Потенциальная опасность заключается в скрытом, неявном характере проявления опасностей. Например, мы не ощущаем до определенного момента увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе. В норме атмосферный воздух должен содержать не более 0,05%  $\text{CO}_2$ . Постоянно в помещении, например, в аудиториях, концентрация  $\text{CO}_2$  увеличивается. Углекислый газ не имеет цвета, запаха и нарастание его концентрации проявится появлением усталости, вялости, снижением работоспособности. Но в целом организм человека, пребывающего систематически в таких условиях, отреагирует сложными физиологическими процессами; изменением частоты, глубины и ритма дыхания (одышкой), увеличением частоты сердечных сокращений, изменением артериального давления. Это состояние (гипоксия) может повлечь за собой снижение внимания, что в

определенных областях деятельности может привести к травматизму и т. д.

Потенциальная опасность как явление — это возможность воздействия на человека неблагоприятных или несовместимых с жизнью факторов. По степени и характеру действия на организм все факторы условно делят на **вредные** и **опасные**.

К вредным относятся такие факторы, которые становятся в определенных условиях причиной заболеваний или снижения работоспособности. При этом имеется в виду снижение работоспособности, исчезающее после отдыха или перерыва в активной деятельности.

Опасными называют такие факторы, которые приводят в определенных условиях к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья.

Это деление условно, т. к. вредные факторы в определенных условиях могут стать опасными. В общих случаях к определенным признакам опасных и вредных факторов относятся: возможность непосредственного воздействия на организм, затруднение осуществления физиологических функций — дыхания, кровообращения, работы центральной нервной системы, органов пищеварения, выделения.

В условиях производства к появлению опасных факторов может вести превышение пределов эксплуатационной возможности технических устройств, инженерных сооружений и конструкций, что иногда приводит к авариям с высвобождением новых опасных и вредных факторов — веществ или энергии в количествах и дозах, представляющих непосред-



редственную угрозу здоровью и жизни работающих и населения в целом.

Аксиома о потенциальной опасности предусматривает количественную оценку негативного воздействия, которое оценивается риском нанесения того или иного ущерба здоровью и жизни. Риск определяется как отношение тех или иных нежелательных последствий в единицу времени к возможному числу событий.

В мировой практике находит признание **концепция приемлемого риска**, т. е. риска, при котором защитные мероприятия позволяют поддерживать достигнутый уровень безопасности. Для обычных общих условий приемлемый риск гибели для человека принимается равным  $10^{-6}$  в/год т. е. **1** на **1000000** случаев в год. Степень риска оценивается в мировой практике для различных видов деятельности вероятностью смертельных случаев.

Какая-то часть опасных и вредных факторов, — преимущественно это относится к производственной, а в какой-то мере и к другим средам обитания, — обычно имеет внешне определенные, пространственные области проявления, которые называются **опасными зонами**. Они характеризуются увеличением риска возникновения несчастного случая.

Однако, даже если человек находится в опасной зоне, но правильно организует свою деятельность, соблюдает условия безопасности, следит за исправностью технических систем, нарушение здоровья или несчастный случай не возникает. Таким образом, неполадки в здоровье или несчастный случай часто являются следствием нарушения правил личного поведения организационного или техническо-

го порядка в момент нахождения человека в опасной зоне.

Условия, при которых создается возможность возникновения несчастного случая, **называют опасной ситуацией**. Важно уметь предупредить переход опасной ситуации в несчастный случай.

В процессе деятельности и жизни человек может оказаться в такой опасной ситуации, когда физические и психологические нагрузки достигают таких пределов, при которых индивидум теряет способность к рациональным поступкам и действиям, адекватным сложившейся ситуации. Такие ситуации называют экстремальными.

Если систематизировать все сказанное, то безопасность жизнедеятельности можно определить, как такое состояние окружающей среды, при котором исключена возможность повреждения организма человека в процессе его разнообразной деятельности.

Человеческий опыт накопил определенные приемы, методы для обеспечения безопасного взаимодействия со средой обитания, особенно в производственной среде. **Безопасность труда** — это такое состояние его условий, при котором исключено негативное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Техника безопасности — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Для каждого вида работ существуют определенные правила техники безопасности, человек допускается к работе только после их изучения. В паспорте любого технического устройства изложены правила эксплуатации, выполнение которых делает безопасной работу с этим устройством.

Обеспечение безопасных условий на рабочих местах является обязанностью администрации.

**Охрана труда** — система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

**Производственная санитария** — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Эффективность мероприятий по охране труда может быть снижена неблагоприятной экологической обстановкой в промышленной зоне или городской среде.

Задачу идентификации негативного воздействия производства и технических средств на биосферу и техносферу, разработки и применения средств для снижения этого воздействия решает промышленная экология. Промышленная экология разрабатывает нормативные показатели экологичности предприятий, оборудования и транспорта, определяет порядок экологической экспертизы при подготовке новых производств и при переходе на новые виды продукции. Кроме того, промышленная экология изучает влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов.

Сохранение биосферы, обеспечение безопасности и здоровья человека — решение этих проблем должно быть целью специалиста в любой сфере деятельности при выполнении профессиональных обязанностей.

# **Раздел I**

## **ЧЕЛОВЕК И СРЕДА ОБИТАНИЯ**

### **1.1. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

В ходе эволюции в организме человека сформировались механизмы, обеспечивающие приспособление к различным условиям жизни и стабилизацию активности органов и систем организма в определенных функциональных диапазонах. Возможности организма реагировать на внешние и внутренние возмущающие влияния относительно ограничены, но комбинация различных реакций расширяет возможности организма при взаимодействии с внешней средой.

Негативные воздействия на организм могут оказывать различные чрезвычайные раздражители (факторы внешней среды) — физические, химические, биологические, психофизиологические. Степень их вредности относительна и зависит от сопутствующих условий и состояния внешней и внутренней среды организма. Влияние всех этих факторов происходит в конкретных социальных условиях существования, которые имеют нередко решающее значение в обеспечении безопасности жизнедеятельности.

Способность организма отвечать на воздействия факторов окружающей среды называется реактивностью.

Реактивность — свойство организма как целого отвечать изменениями жизнедеятельности на воздействия окружающей среды. Реактивность обеспечивается защитно-компенсаторными системами и механизмами, решающая роль в осуществлении которых принадлежит нервной системе. В процессе развития организма нервная система стала ведущей, обеспечивающей целостность организма, его единство с окружающей средой, сохранение постоянства внутренней среды, строения, функций.

### ***Функции и строение нервной системы***

Нервная система выполняет следующие важнейшие функции:

- осуществляет взаимодействие организма с окружающей средой, обеспечивая приспособление организма к постоянно меняющимся условиям среды;
- объединяет органы и системы тела в единое целое и согласует их деятельность;
- на высшем этапе развития нервная система осуществляет психическую деятельность на основе физиологических процессов ощущения, восприятия и мышления.

Нервная система условно делится на две части: соматическая, управляющая мускулатурой скелета и некоторых внутренних органов (язык, гортань, глотка); вегетативная — иннервирующая все мышцы кожи, сосуды. Условность такого деления яв-

ствует из того, что вегетативная нервная система имеет отношение к иннервации всех органов, а также определяет тонус скелетной мускулатуры.

Кроме такой классификации, соответствующей строению организма, нервную систему делят по топографическому принципу на центральный и периферический отделы или системы. Под центральной нервной системой разумеется спинной и головной мозг, под периферической — нервные корешки, узлы, сплетения, нервы и периферические нервные окончания. Как в центральной, так и в периферических отделах нервной системы содержатся элементы соматической и вегетативной частей, чем достигается единство нервной системы.

Структурной и функциональной единицей нервной системы является нейрон — нервная клетка.

Нервные клетки, которыми снабжены все органы и ткани организма, имеют несколько коротких, ветвящихся отростков-дендритов, по которым импульсы поступают в тело клетки, и один длинный отросток — аксон, по которому импульсы идут от тела клетки (рис. 1). Механизм передачи нервного импульса обеспечивается наличием разности потенциалов внутри нервной клетки и

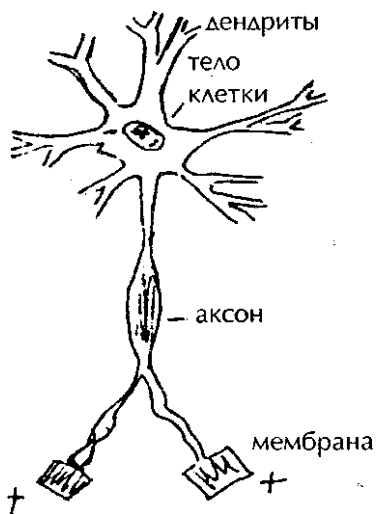


Рис. 1. Строение нейрона

на наружной поверхности ее мембраны. Внутри нервной клетки имеется избыток ионов калия и отрицательный заряд. На поверхности клеточной мембраны — избыток ионов натрия и положительный заряд. Место передачи нервного возбуждения с одной нервной клетки на другую или с нервной клетки на мышечную или железистую, называется синапсом. При возбуждении, под влиянием нервного импульса в синапсах образуются химически активные вещества — медиаторы (ацетилхолин, адреналин, норадреналин), увеличивающие проницаемость мембран. Ионы переходят через мембраны клетки, в результате перераспределения заряда формируется возбуждающий потенциал, возбуждение передается в те или иные отделы нервной системы.

Синапсы обеспечивают одностороннее проведение возбуждения, так как медиаторы образуются только в окончаниях передающего нейрона, а нейрон воспринимающий возбуждение, не обладает таким свойством. Быстрое разрушение ацетилхолина в синаптической щели ферментом холинэстеразой является причиной его локального действия и соседние клетки возбуждением не затрагиваются. На передачу возбуждения затрачивается около 0,5 м/сек.

Спинной и головной мозг — это скопление нервных клеток вместе с ближайшими разветвлениями их отростков. Скопление нервных клеток существует также в виде узлов и вне центральной части нервной системы (спинномозговые узлы, узлы черепно-мозговых нервов, многочисленные узлы ве-

гетативной нервной системы). Нервы представляют собой скопление нервных волокон (отростков), идущих от нервных клеток спинного и головного мозга или узлов. Они осуществляют связь между центральной нервной системой и отдельными органами и клетками организма. Нервы, проводящие возбуждение из центральной нервной системы к рабочим органам, называются нисходящими, центробежными или двигательными. Нервы, передающие возбуждение от разных органов и участков тела в головной и спинной мозг, называются восходящими, центроостремительными или чувствительными. Чаще нервы бывают смешанными, в их составе имеются как чувствительные так и двигательные волокна. Двигательные нервы заканчиваются двигательными окончаниями — эффекторами, чувствительные нервы — чувствительными окончаниями или рецепторами.

**Рецепторы** — специализированные нервные клетки, обладающие избирательной чувствительностью к воздействию определенных факторов. Рецепторы могут быть в виде простых нервных окончаний, иметь форму волосков, пластинок, колбочек, палочек, шариков, спиралей, шайбочек. Часть рецепторов предназначены для восприятия факторов окружающей среды (экстерорецепторы), другая часть воспринимает изменения внутренней среды организма (интерорецепторы). 1

Рецепторы строго специализированы. Фоторецепторы расположены в сетчатке глаза и воспринимают электромагнитные волны видимого диапазона. Фонорецепторы уха воспринимают механи-



ческие колебания воздуха опосредованно через системы внутреннего уха. Тактильные рецепторы — это рецепторы осязания. Баро- и осморорецепторы сосудов воспринимают изменения гидростатического и осмотического давления крови. Рецепторы вестибулярного аппарата воспринимают изменения положения головы и тела относительно вектора гравитации. Проприорецепторы мышц и сухожилий воспринимают изменение напряжения мышц и положения частей тела относительно друг друга. Хеморецепторы реагируют на химические вещества, глюкозорецепторы воспринимают изменения уровня сахара в крови. Терморецепторы реагируют на изменение температуры. Болевые рецепторы реагируют на травмирующее действие различной природы — механическое, химическое, температурное и др.

Основными свойствами нервных волокон являются возбудимость и проводимость, то есть возможность проводить полученное возбуждение. Раздражение рецепторов трансформируется в них, в нервные импульсы или волны возбуждения. Возбуждение сопровождается возникновением биотоков (токи действия).

Проведение возбуждения по волокну возможно только в случае его анатомической целостности и нормального физиологического состояния. При нарушении целостности, при разрыве (вследствие ранения) двигательного нерва, идущего к мышцам, наступает паралич этих мышц или потеря чувствительности, если это был чувствительный нерв. Возбуждение не проводится также при сдавлении, пре-

кращении кровоснабжения, при сильном охлаждении, отравлении ядами или наркотиками. Проводимость в нервах может быть нарушена при помощи некоторых лекарственных веществ (новокаин), что используется в медицинской практике при различных видах местной анестезии.

Проведение возбуждения осуществляется строго изолировано по одному нервному волокну и не переходит на другие (соседние). Скорость проведения возбуждения по нервному волокну у человека варьирует от 1 до 120 м/сек, возбуждение может распространяться в двух направлениях — центростремительном и центробежном (двустороннее проведение), в отличие от нейронов, через которые нервное возбуждение проводится только в одном направлении.

Функции нервной системы осуществляются по механизму рефлекса.

**Рефлекс** — это реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды, осуществляемая при посредничестве центральной нервной системы. В основе всякого рефлекса лежит деятельность системы соединенных друг с другом нейронов, образующих так называемую рефлекторную дугу, пример такой дуги приведен на рис. 2.

Простая рефлекторная дуга состоит из двух нейронов, один из которых связан с какой-нибудь чувствительной поверхностью, например, с кожей, а другой — с мышцей или железой.

При раздражении чувствительной поверхности возбуждение движется по связанному с ней нейрону к рефлекторному центру, где находится соедине-

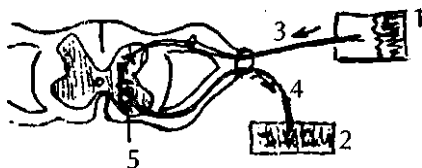


Рис. 2. Схема рефлекторной дуги [8]:

1 — кожа, 2 — скелетная мышца, 3 — чувствительный нерв, 4 — двигательный нерв, 5 — спинной мозг, место переключения возбуждения на двигательный нерв

ние (синапс) обоих нейронов. Здесь возбуждение переходит на другой нейрон и идет уже центробежно к мышце или железе. Часто в состав рефлекторной дуги входит третий, вставочный нейрон, который служит местом передачи возбуждения с чувствительного пути на двигательный. Кроме простой трехнейронной рефлекторной дуги имеются многонейронные рефлекторные дуги, проходящие через различные уровни головного мозга, включая его кору.

Несмотря на сложность строения, в любой рефлекторной дуге выделяются три главных элемента:

- рецептор, трансформирующий энергию раздражения в нервный процесс, связанный с афферентным нейроном;

- центральная нервная система (различные ее уровни от спинного до головного мозга), где осуществляется преобразование возбуждения в ответную реакцию и переключение его с центростремительных на центробежные волокна;

- эфферентный нейрон, осуществляющий ответную реакцию (двигательную или секреторную).

Обязательным условием осуществления рефлекса является целостность всех элементов рефлекторной дуги.

## **Функциональные системы**

Открытие закономерностей системной организации целенаправленных поведенческих актов организма позволило установить, что поведенческий акт осуществляется не только по принципу рефлекса, но и по принципу саморегуляции, что обеспечивается функциональными системами.

Функциональные системы — это единицы целостной деятельности организма, представляющие собой динамические саморегулирующиеся организации, формирующиеся на метаболической (метаболизм — обмен) основе или под влиянием факторов окружающей, а у человека, в первую очередь, социальной среды.

В отличие от рефлекса, который в любой момент является реакцией организма на тот или иной раздражитель, функциональные системы не только реагируют на внешние стимулы, но и по принципу обратной связи отвечают на различные сдвиги контролируемого ими конечного результата; в функциональных системах формируются опережающие действительных события реакции; в них происходит сличение достигнутого результата с текущими потребностями организма.

Каждая функциональная система посредством нервной и гуморальной регуляции избирательно объединяет различные органы и ткани для обеспе-

чения необходимых для организма приспособительных результатов.

Различные функциональные системы для обеспечения специфических результатов деятельности объединяют одни и те же органы и ткани, в связи с чем утрачивается традиционный органнй принцип построения физиологических функций.

Любая функциональная система согласно теории П.К. Анохина имеет принципиально однотипную организацию и включает следующие общие универсальные для разных систем периферические и центральные узловые механизмы:

- 1) полезный приспособительный результат как ведущее звено функциональной системы;
- 2) рецепторы результата;
- 3) обратную афферентацию, идущую от рецептора результата в центральные образования функциональных систем;
- 4) центральную архитектуру, представляющую избирательное объединение функциональных систем нервных элементов различных уровней;
- 5) исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты, включающие организованное целенаправленное поведение.

Взаимодействие различных функциональных систем в целостном организме строится на основе принципов их иерархии и многосвязного, мультипараметрического взаимодействия результатов деятельности отдельных функциональных систем.

Сущность принципа иерархии заключается в том, что в каждый конкретный момент деятельность организма обеспечивается доминирующей в плане

выживаемости или адаптации к окружающей среде функциональной системой.

Все же другие функциональные системы выстраиваются в иерархическом порядке по отношению к доминирующей в данный момент времени и каждая из них будет занимать место доминирующей функциональной системы в соответствии с их социальной и биологической значимостью для человека. Смена доминирующей функциональной системы и иерархический порядок выстраивания функциональных систем процесс постоянный, отражающий сущность непрерывно происходящего обмена веществ и постоянного взаимодействия организма с окружающей средой.

Принцип мультипараметрического взаимоотношения различных функциональных систем заключается в их обобщенной деятельности. Изменение одного показателя как результата деятельности определенной функциональной системы, немедленно отражается на показателях деятельности других функциональных систем. Так, например, физическая нагрузка приводит к изменениям функциональных систем поддержания оптимальных величин показателей кровообращения, дыхания, терморегуляции и др. функциональных систем организма.

Целостный организм в каждый текущий момент времени представляет собой слаженное взаимодействие различных функциональных систем и нарушение или «разбалансировка» этого взаимодействия приводит к заболеванию и возможно к гибели.

Функциональные системы в отличие от рефлекса (рефлекторной дуги), который является состав-

ной частью системной организации, имеют замкнутую саморегулирующуюся динамическую организацию и их деятельность направлена на обеспечение необходимых для организма приспособительных реакций.

### ***Центральная нервная система. Спинной мозг***

Спинной мозг расположен в спинномозговом канале. Он представляет собой длинный тяж примерно цилиндрической формы, вверху заканчивающийся на уровне большого затылочного отверстия, внизу — на уровне второго поясничного позвонка. На месте отхождения нервов к верхним и нижним конечностям имеется два утолщения — шейное и поясничное. Средняя длина спинного мозга у мужчин — 45 см, у женщин 41—42 см, масса 34—38 г

Рефлексы, осуществляемые спинным мозгом, протекают по трехнейронной рефлекторной дуге. Нервные волокна группируются в восходящие и нисходящие пути, соединяющие различные участки спинного мозга друг с другом, а также спинной мозг с головным.

Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции. Рефлекторная деятельность спинного мозга разнообразна и осуществляется каждым ее сегментом. В шейных сегментах расположены центры рефлекторных движений диафрагмы, шейных мышц, мышц плечевого пояса и верхних конечностей; в грудных сегментах — центры мышц туловища; в поясничных и крестцовых сегментах

— центры мышц бедренной области и нижних конечностей.

В грудном и поясничном отделе специальные нейроны образуют центры потоотделения и сосудодвигательные; в крестцовом отделе — центры мочеиспускания, дефекации, деятельности половых органов.

При повреждении спинного мозга вследствие ранения, сдавливания или разрыва возникают нарушения указанных выше функций соответственно иннервируемых участков тела — параличи, выпадение рефлексов, нарушение проводимости и др. Высокий перерыв спинного мозга смертелен в связи с нарушением дыхания. Рефлекторная деятельность спинного мозга находится под контролем коры больших полушарий и других отделов головного мозга, вследствие чего становится возможным произвольное регулирование некоторых функций организма (мочеиспускание, дефекация и др.)

Кроме рефлекторной, спинной мозг выполняет проводниковую функцию. Импульсы, приходящие в спинной мозг с периферии, по восходящим путям передаются в головной мозг. По нисходящим путям импульсы от головного мозга идут к конечным эфферентным нейронам спинного мозга.

### **Головной мозг**

Головной мозг расположен в полости черепа, масса мозга у взрослого человека 1400—1450 г.

В головном мозге различают 5 отделов: концевой мозг или большие полушария; промежуточный



мозг, состоящий из зрительных бугров, коленчатых тел и подбугорной области; средний мозг, включающий четверохолмие и ножки мозга; задний мозг, к которому относится мозжечок и мост мозга; продолговатый мозг.

В продолговатом мозге располагаются центры многих рефлексов. Продолговатый мозг через восходящие пути спинного мозга получает импульсы от всех рецепторов туловища и конечностей. В продолговатом мозге находится ряд жизненно важных центров, осуществляющих рефлекторные акты: автоматически работающий дыхательный центр, центр сердечной деятельности, сосудодвигательный центр, центр регуляции обмена веществ. Через продолговатый мозг осуществляются также защитные рефлексы (мигание, слезоотделение, чихание, кашель), рефлексы глотания, отделение пищеварительных соков. Помимо рефлекторной функции продолговатый мозг выполняет важную проводниковую функцию, через него замыкаются пути, соединяющие центры больших полушарий, мозжечка и промежуточного мозга со спинным.

Таким образом, продолговатый мозг играет огромную роль в жизни организма. Малейшее его повреждение представляет большую опасность и часто приводит к смерти, вследствие прекращения дыхания и остановки сердца. Функции мозжечка сложны: к нему идут пути, приносящие импульсы с рецепторов мышц, сухожилий, связочного аппарата, от вестибулярного аппарата, от коры больших полушарий; он участвует в регуляции двигательной деятельности организма и вегетативных функций.

Средний мозг состоит из двух ножек мозга и пластинки четверохолмия. В четверохолмие поступают сигналы от сетчатки глаз, здесь осуществляется ориентировочный рефлекс на звук. В среднем мозге осуществляется регуляция мышечного тонуса и установочных рефлексов, обеспечивающих правильное положение тела в пространстве. Между промежуточным мозгом и корой большой полушарий существуют связи, лежащие в основе возникновения условных рефлексов. В промежуточном мозге осуществляются реакции, дающие определенную эмоциональную окраску поведению человека.

Через гипофиз промежуточный мозг оказывает влияние на деятельность желез внутренней секреции.

Конечный мозг представлен большими полушариями. В состав каждого полушария входят: кора, подкорка, обонятельный мозг, расположенный на основании лобной доли.

Кора больших полушарий представляет собой высший отдел центральной нервной системы, который позже всего появился в процессе эволюции и позже других отделов мозга формируется в ходе индивидуального развития. Кора состоит из слоя серого вещества толщиной 2—3 мм и содержит около 14 млрд. нервных клеток. Благодаря многочисленным бороздам и извилинам поверхность коры достигает по площади 2 м<sup>2</sup>. Для коры головного мозга характерны высокая скорость обмена и высокий уровень окислительных процессов. При относительно небольшом весе (всего 2% от всего веса тела) кора потреб-

ляет около 18% кислорода, поступающего в организм. Кортиковые клетки чувствительны к изменению постоянства внутренней среды, особенно к содержанию кислорода в крови, поэтому даже кратковременное прекращение кровообращения (на несколько секунд) приводит к потере сознания, а через 5–6 мин после обескровливания мозг погибает.

Одной из важнейших функций коры больших полушарий является аналитическая. И.П. Павлов рассматривал кору прежде всего как сложную систему корковых концов анализаторов, в которых происходит анализ сигналов от всех рецепторов тела и синтез ответных реакций в биологически целесообразный акт. В связи с этим кора больших полушарий является высшим органом координации рефлекторной деятельности.

Благодаря способности к выработке временных связей, кора больших полушарий представляет собой орган приобретения и накопления индивидуального жизненного опыта. Процессы, протекающие в коре, являются физиологической основой сознания, восприятия, памяти, мышления, воли. В связи с этим кора больших полушарий является органом сознания и произвольных действий человека.

**Анализаторы** — это функциональные системы, обеспечивающие анализ (различение) раздражителей, действующих на организм. Анализаторы — очень сложные системы, тем не менее в их структуре можно выделить следующие звенья:

— периферический отдел — рецепторы, воспринимающие раздражения и располагающиеся чаще всего в органах чувств;

— проводниковый отдел — нервные пути, по которым возбуждение передается в кору больших полушарий головного мозга;

— центральный отдел — участок коры головного мозга, преобразующий полученное раздражение в определенное ощущение.

В упрощенном виде схемы анализаторов представлены в таблице 1.

### ***Высшая нервная деятельность***

Деятельность коры больших полушарий, как и других отделов нервной системы, имеет рефлекторный характер. Основы учения о рефлекторной деятельности мозга были заложены русским физиологом И.М. Сеченовым в труде «Рефлексы головного мозга». Дальнейшее развитие это учение получило в трудах И.П. Павлова, экспериментально обосновавшего учение о высшей нервной деятельности, о формировании временных рефлекторных связей или условных рефлексов.

**Безусловные рефлексы** — это унаследованные от предков, врожденные рефлекторные реакции, приобретенные в результате эволюционного развития. Они носят название инстинктов, протекают по врожденной рефлекторной дуге. Основными безусловными рефлексами являются сосательный, пищевой, оборонительный, половой. Безусловные рефлексы, возникающие при действии раздражителей внешней и внутренней среды, имеют огромное значение для регуляции таких функций, как кровообращение, дыхание, пищеварение, обмен ве-

Таблица 1

Наименование анализатора	Периферический отдел	Проводниковый отдел	Центральный отдел
Зрительный	рецепторы сетчатки глаза — палочки, колбочки	зрительный нерв, проводящие пути головного мозга	участок коры головного мозга в затылочной доле
Слуховой	рецепторы внутреннего уха — Кортиев орган	слуховой нерв, проводящий пути головного мозга	участок коры головного мозга в височной доле
Обонятельный	рецепторы носа — обонятельные клетки, расположенные в верхней части слизистой оболочки носа	обонятельный нерв, проводящие пути головного мозга	участок коры головного мозга в височной доле
Вкусовой	рецепторы заложены в сосочках слизистой оболочки языка	вкусовой нерв, проводящие пути головного мозга	участок коры головного мозга в височной доле
Кожный	рецепторы кожи — тепловые, холодные, болевые, тактильные	чувствительные нервы, передающие возбуждение в ЦНС, проводящие пути спинного и головного мозга	участок коры головного мозга в теменной доле
Двигательный	рецепторы, расположенные в суставах, связках, мышцах	чувствительные нервы, передающие возбуждение в ЦНС, проводящие пути спинного и головного мозга	участок коры головного мозга в теменной доле

ществ, выделение, терморегуляция и др., но их недостаточно для того, чтобы обеспечить приспособление организма к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Условные рефлексы — индивидуально приобретенные в процессе жизнедеятельности реакции, содействующие и обеспечивающие приспособление организма к изменяющимся условиям среды обитания. Условные рефлексы носят временный характер, могут исчезать при неподкреплении и снова появляться в ответ на новые раздражители.

Понятие об условных рефлексах лежит в основе учения И.П. Павлова о первой и второй сигнальной системе. Сигналами называются все раздражители (звук, свет, давление, химические вещества и др.), воздействующие на рецепторы (органы чувств) и вызывающие те или иные рефлексы. Деятельность коры, связанную с восприятием непосредственных раздражителей или сигналов из внешнего мира, называют первой сигнальной системой. Эта система есть у животных и у человека.

У человека пусковым механизмом рефлексов могут быть не только предметы и явления, но и их речевые обозначения, символы явлений. Деятельность коры, связанная с речью, называется второй сигнальной системой.

Сигналы первой сигнальной системы являются конкретными, относящимися только к определенному раздражителю, непосредственно воздействующему на определенные органы чувств. Особенностью второй сигнальной системы является отвлечение и обобщение раздражителей первой сигнальной сис-

темы. Вторая сигнальная система является всеобъемлющей, способной обобщить и заменить все раздражители первой сигнальной системы, она представляет собой физиологическую основу речи и мышления человека.

### **Вегетативная нервная система**

Важную роль в приспособлении организма к условиям среды выполняет также вегетативная нервная система. Вегетативная нервная система — отдел нервной системы, регулирующий функции всех органов, сердечно-сосудистой системы, обмен веществ. Вегетативная нервная система делится на функционально различные отделы: симпатическую и парасимпатическую.

**Симпатическая нервная система** — это часть вегетативной нервной системы, у которой второй

*Таблица 2*

**Действие симпатической и парасимпатической нервной системы на различные органы**

органы отделы НС	сердце	сосуды	желудок	кишечник	зрачок
симпатич.	учащает и усиливает сокращения	суживает	ослабляет сокоотделение	ослабляет перистальтику	расширяет
парасимп.	замедляет и ослабляет сокращения сердца	расширяет	усиливает сокоотделение	усиливает перистальтику	суживает

промежуточный нейрон лежит в нервных узлах, расположенных вдоль позвоночника

**Парасимпатическая нервная система** — это часть вегетативной нервной системы, у которой второй промежуточный нейрон располагается непосредственно в иннервируемом органе.

В зависимости от изменений внешних условий в ЦНС возникают тормозящие или возбуждающие импульсы, которые через вегетативную нервную систему приспособливают работу внутренних органов к этим изменениям.

Симпатическая нервная система как бы мобилизует организм для работы. Деятельность парасимпатической нервной системы направлена главным образом на переключение механизмов организма на процессы питания, накопление энергетических ресурсов.

В основе деятельности центральной нервной системы лежат процессы возбуждения и торможения. Возбуждение и торможение это две стадии единого нервного процесса, происходящего в центральной нервной системе.

Существует несколько видов торможения. Внешнее торможение связано с появлением в коре головного мозга нового вида деятельности. Оно возникает в результате индукционного влияния раздражаемой области центральной нервной системы на область, ранее пребывающую в состоянии возбуждения. Внешнее торможение способствует переключению организма на новый вид деятельности.

Запредельное торможение, в отличие от внешнего, является прямым. Оно возникает в тех обла-



стях центральной нервной системы, которые непосредственно подвергаются действию внешнего раздражения. Это торможение возникает в ответ на действие сильных, длительных или частых раздражителей; запредельное торможение является защитным для организма, охранным торможением.

Внутреннее торможение имеет место только в отношении условнорефлекторной деятельности коры больших полушарий. Оно проявляется в разрыве условнорефлекторной связи при неподкреплении действия условного раздражителя безусловным.

Одной из важнейших форм торможения является сон, который предохраняет нервные клетки от переутомления и истощения. Во время сна торможение распространяется не только на кору головного мозга, но и на некоторые подкорковые отделы. Иногда во время сна в коре могут оставаться отдельные участки возбуждения — «сторожевые пункты». Нормальный сон взрослого человека 7—8 часов, новорожденного — 20 часов.

### **Значение органов чувств и анализаторов в обеспечении равновесия в системе «организм — среда»**

Безопасность жизнедеятельности направлена на защиту человека от воздействия опасных и вредных факторов. Для поддержания системы «человек-среда» в безопасном состоянии необходимо согласовать действия человека с элементами окружающей среды. Человек осуществляет непосредственную связь с окружающей средой при помощи органов чувств. Как

уже было сказано выше, органы чувств являются периферическими отделами анализаторов.

Основной характеристикой анализатора является чувствительность, которая выражается в способности живого организма воспринимать действие раздражителей, исходящих из внешней или внутренней среды. Она характеризуется величиной **порога ощущения** — чем ниже порог, тем выше чувствительность. Различают абсолютный и дифференциальный пороги ощущения. Абсолютный порог ощущения — это минимальная сила раздражения, способная вызвать ответную реакцию. Дифференциальный порог ощущения — это минимальная величина, на которую нужно изменить раздражение, чтобы вызвать изменение ответной реакции. Время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ощущения, называется латентным периодом.

### ***Зрительный анализатор***

Зрительный анализатор обеспечивает более 80% информации о внешнем мире, имеет важное значение в обеспечении безопасности, характеризуется следующими показателями:

— острота зрения — способность отдельного восприятия объектов — управляется большим числом биокibernетических устройств; существует система, обеспечивающая четкость изображения на сетчатке путем изменения кривизны хрусталика; кроме того, освещенность сетчатки регулируется диаметром зрачка;

— поле зрения — состоит из центральной области бинокулярного зрения, обеспечивающей стереоскопичность восприятия; его границы у отдельных лиц зависят от анатомических факторов (размер и форма носа, век, орбит и т. д.); поле зрения охватывает около  $240^\circ$  по горизонтали и  $150^\circ$  по вертикали нормального естественного освещения; любое уменьшение освещенности, некоторые болезни (глаукома), дефекты кровеносных сосудов, недостаток кислорода приводят к резкому уменьшению поля зрения;

— яркостный контраст — чувствительность к нему является важным показателем зрительного анализатора; его порог (наименьшая воспринимаемая разность яркостей) зависит от уровня яркости в поле зрения и ее равномерности; оптимальный порог регистрируется при естественном освещении;

— цветовосприятие — способность различать цвета предметов. Цветовое зрение — это одновременно физическое, физиологическое, психологическое явление, заключающееся в способности глаза реагировать на излучение различной длины волны, в специфическом восприятии этих излучений. На ощущение цвета влияют длина волны излучения, яркость источника света, коэффициент отражения или пропускания света объектом, качество и интенсивность освещения. Цветовая слепота (дальтонизм) — генетическая аномалия, но цветовое зрение может меняться под влиянием приема некоторых лекарственных препаратов и под действием химических веществ. Например, прием барбитуратов (снотворных и седативных средств) вызывает временные дефекты в желто-зеленой зоне; ко-

каин — усиливает чувствительность к синему цвету и ослабляет к красному; кофеин, кофе, кока-кола — ослабляет чувствительность к синему, усиливает красный цвет; табак — вызывает дефекты в красно-зеленой зоне, особенно в красной (дефекты могут быть постоянными).

### *Слуховой анализатор*

Слуховой анализатор воспринимает звуки, которые представляют собой акустические колебания, способные восприниматься органом слуха в диапазоне 16-20000 Гц.

Важной характеристикой слуха является его острота или слуховая чувствительность. Она определяется минимальной величиной звукового раздражителя, вызывающего слуховое ощущение. Острота слуха зависит от частоты воспринимаемого звукового сигнала. Абсолютный порог слышимости — минимальная интенсивность звукового давления, которая вызывает слуховое ощущение — составляет  $2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>.

При увеличении интенсивности звука возможно появление неприятного ощущения, а затем и боли в ухе. Наименьшая величина звукового давления, при которой возникают болевые ощущения, называется порогом слухового дискомфорта. Он равен в среднем 80—100 дБ относительно абсолютного порога слышимости. Интенсивность звукового воздействия определяет громкость ощущения, частота — его высоту. Существенной характеристикой слуха является способность дифференцировать звуки раз-

личной интенсивности по ощущению их громкости. Минимальная величина ощущаемого различия звуков по их интенсивности называется дифференциальным порогом восприятия силы звука. В норме для средней части частотного диапазона звуковых волн эта величина составляет около 0,7—1,0 дБ. Поскольку слух является средством общения людей, особое значение в его оценке имеет способность восприятия речи или речевой слух. Особенно важно в оценке слуха сопоставление показателей речевого и тонального слуха, что дает представление о состоянии различных отделов слухового анализатора (аудиометрия). Важное значение имеет функция пространственного слуха, заключающаяся в определении положения и перемещения источника звука в пространстве.

### ***Обонятельный анализатор***

Вид чувствительности, направленный на восприятие различных пахучих веществ с помощью обонятельного анализатора, называется обонянием. Обоняние имеет важное значение в обеспечении безопасности, люди с нарушением обоняния чаще подвергаются риску отравления. Для многих пахучих веществ определен порог восприятия, т. е. минимальная величина концентрации вещества, способная вызвать реакцию органа обоняния. Основными характеристиками органа обоняния являются:

— абсолютный порог восприятия — концентрация вещества, при которой человек ощущает запах, но не узнает его (даже для знакомых запахов);

— порог узнавания — минимальная концентрация вещества, при которой запах не только ощущается, но и узнается.

Разница между порогом восприятия и порогом узнавания для большинства веществ составляет один порядок: 10—100 мг/м<sup>3</sup>.

Качественная характеристика запаха обычно определяется как ароматный, эфирный, спиртовой, фенольный, едкий, тухлый, горелый, миндальный, мускатный, лимонный, запах фиалок, роз, гвоздик и т. д. Запахи по их характеру называются приятными, неприятными, скверными, неопределенными, отвратительными, удушливыми и др.; по интенсивности их делят на слабые, умеренные, выраженные, сильные и очень сильные; по раздражающему действию — на нераздрагающие, слабо раздражающие, терпимые, сильно раздражающие, невыносимые. Изменения обоняния могут протекать по типу:

- гипосмия — снижение остроты обоняния, при этом порог восприятия запаха возрастает;
- аносмия — потеря восприятия запахов;
- гиперосмия и оксиосмия — обострение обоняния, при этом порог восприятия запаха снижается.

Гипосмия может быть полной или частичной. Профессиональная гипосмия может быть функциональной (адаптация к запаху, утомление органов обоняния), токсической (после вдыхания свинца, ртути, хлора и др.), респираторной (после вдыхания пыли), воспалительной, постинфекционной, посттравматической. Изменения обоняния могут быть

как периферического, так и центрального происхождения, в зависимости от того, какое звено обонятельного анализатора повреждено.

### ***Кожный анализатор***

Одной из важнейших функций кожи является рецепторная. В коже заложено огромное количество рецепторов, воспринимающих различные внешние раздражения: боль, тепло, холод, прикосновение. На 1 см<sup>2</sup> кожи располагается приблизительно 200 болевых рецепторов, 20 Холодовых, 5 тепловых и 25 воспринимающих давление, которые представляют собой периферический отдел кожного анализатора.

Болевые ощущения вызывают оборонительные рефлексы, в частности рефлекс удаления от раздражителя. Болевая чувствительность являясь сигналом, мобилизует организм на борьбу за самосохранение, под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

Неболевыми, механическими воздействиями на кожные покровы (давление) воспринимаются тактильным анализатором. Тактильная чувствительность является составной частью осязания. Чувствительность различных участков тела к действию тактильных раздражителей различна, т. е. они имеют разные пороги тактильной чувствительности, например, минимальный порог ощущения для кончиков пальцев кистей рук — 3 мг/мм<sup>2</sup>, тыльной стороны кисти — 12 мг/мм<sup>2</sup>, для кожи в области пятки — 250 мг/мм<sup>2</sup>.

Тактильная чувствительность совместно с другими видами чувствительности кожи может в некоторой степени компенсировать отсутствие или недостаточность функции других органов чувств.

Температурная чувствительность обеспечивается Холодовыми терморепторами, с максимумом восприятия температуры 25—30° и тепловыми — с максимумом восприятия 40°. Наибольшая плотность терморепторов в коже лица, меньше их в коже туловища, еще меньше в коже конечностей. Передавая информацию об изменениях температуры окружающей среды, терморепторы играют важнейшую роль в процессах терморегуляции.

### ***Двигательный анализатор***

Двигательный или кинестетический анализатор — это физиологическая система, передающая и обрабатывающая информацию от рецепторов скелетно-мышечного аппарата и участвующая в организации и осуществлении координированных движений. Двигательная активность способствует адаптации организма человека к изменениям окружающей среды (климата, временных поясов, условий производства и т. д.). Различные виды движений характеризуются динамикой физиологических процессов, которая при их оптимизации обеспечивает наилучшее сохранение жизнедеятельности организма. Чрезмерная мобилизация функциональной активности, не обеспечиваемая необходимым уровнем координации и активности восстановительных процессов в ходе работы и в течение



длительного времени после ее окончания, характеризуется как гипердинамиа. Это состояние возникает при чрезмерном занятии спортом или тяжелым физическим трудом, при длительных эмоциональных стрессах. Гипердинамиа развивается в результате неадекватной для функционального состояния организма мобилизации функций нервно-мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем и может сопровождаться рядом болезненных симптомов.

Другим полюсом двигательной активности является гиподинамия. Это состояние характеризуется снижением деятельности всех органов, систем и расстройством их взаимосвязи в организме. Глубоким изменениям подвергаются различные стороны обмена веществ, снижается надежность и устойчивость организма человека при значительных функциональных нагрузках и действии неблагоприятных факторов среды.

В целом, все это позволяет говорить о двигательной активности человека как о процессе, во многом способствующем сохранению его здоровья и трудовой активности. Достижение же физического совершенства — важный итог всего многообразия и взаимосвязи различных по характеру движений на всех уровнях психофизиологической регуляции целостного организма.

## **Иммунитет**

Иммунитет — это невосприимчивость организма к инфекционным заболеваниям, а также к аген-

там и веществам, обладающим чужеродными для организма, антигенными свойствами.

Иммунные реакции носят защитный, приспособительный характер и направлены на освобождение организма от чужеродных антигенов, поступающих в него извне и нарушающих постоянство его внутренней среды. Защитные по своей природе, реакции иммунитета, в силу тех или иных причин могут быть извращены и направлены на некоторые собственные, нормальные, неизменные компоненты клеток и тканей, в результате чего возникают аутоиммунные болезни. Иммунные реакции могут быть причиной повышенной чувствительности организма к некоторым антигенам — аллергия, анафилактиксия.

Различают следующие виды иммунитета: врожденный и приобретенный.

Врожденный, видовой, наследственный или естественный иммунитет — это невосприимчивость одного вида животных или человека к заболеваниям другого вида. Например, люди невосприимчивы к чуме собак и крупного рогатого скота; у многих животных не удается вызвать заболевание корью и т. д. Существуют различные степени напряженности видового иммунитета. Иногда неблагоприятные факторы (например, воздействие низких температур) могут снизить естественный иммунитет к определенному виду микробов.

Приобретенный иммунитет может быть естественным и искусственным. В свою очередь, различают активно и пассивно приобретенный естественный и искусственный иммунитет.

Активно приобретенный естественный иммунитет возникает после перенесенного инфекционного заболевания. Это наиболее прочный, продолжительный иммунитет, который поддерживается иногда всю жизнь. Активно приобретенный искусственный иммунитет возникает в результате вакцинации живыми ослабленными или убитыми вакцинами (микробными препаратами). Такой иммунитет возникает через 1—2 недели после вакцинации и поддерживается относительно долго — годами и десятками лет.

. Пассивно приобретенный естественный иммунитет — это иммунитет плода или новорожденного, который получает антитела от матери через плаценту или с грудным молоком. В связи с этим новорожденные в течение определенного времени остаются невосприимчивыми к некоторым инфекциям, например, к кори.

Пассивно приобретенный искусственный иммунитет создают путем введения в организм иммуноглобулинов, полученных от активно иммунизированных людей или животных. Такой иммунитет устанавливается быстро — через несколько часов после введения иммунной сыворотки или иммуноглобулина и сохраняется непродолжительное время — в течение 3—4 недель, т. к. организм стремится освободиться от чужеродной сыворотки.

Все виды иммунитета, связанные с образованием антител, носят название специфического, т. к. антитела действуют только против определенного вида микроорганизмов или токсинов.

К неспецифическим защитным механизмам относятся кожа и слизистые оболочки, которые прак-

тически непроницаемы для микробов, лизоцим (бактерицидное вещество кожи и слизистых оболочек), реакция воспаления, бактерицидные свойства крови и тканевой жидкости, реакции фагоцитоза.

## **1.2. Основы физиологии труда**

Физиология труда — это наука, изучающая изменения функционального состояния организма человека под влиянием его трудовой деятельности и обосновывающая методы и средства организации трудового процесса, направленные на поддержание высокой работоспособности и сохранение здоровья работающих.

Основными задачами физиологии труда являются:

- изучение физиологических закономерностей трудовой деятельности;
- исследование физиологических параметров организма при различных видах работ;
- разработка практических рекомендаций и мероприятий, направленных на оптимизацию трудового процесса, снижение утомляемости, сохранение здоровья и высокой работоспособности в течение продолжительного времени.

В процессе трудовой деятельности человеку приходится выполнять различные виды работ. Исторически сложилось деление на физический и умственный труд, которое с физиологической точки зрения условно. Никакая мышечная деятельность невозможна без участия центральной нервной системы, как регулирующей и коорди-

нирующей все процессы в организме, в то же время нет такой умственной работы, при которой отсутствует мышечная деятельность. Различие трудовых процессов проявляется лишь в преобладании деятельности мышечной системы или центральной нервной системы. В настоящее время, в связи с механизацией и автоматизацией производственных процессов, физическое напряжение в трудовой деятельности играет все меньшую роль и значительно возрастает роль высшей нервной деятельности.

В основе любого трудового действия лежит целевая установка, на базе которой в центральной нервной системе создается определенная программа действий, реализующаяся в системно организованном поведенческом акте. Такие запрограммированные действия носят название динамического стереотипа. Сущность динамического стереотипа заключается в том, что в ЦНС формируются длительно текущие нервные процессы, соответствующие пространственным, временным и порядковым особенностям воздействия на организм внешних и внутренних раздражителей. При этом обеспечивается точность и своевременность реакции организма на привычные раздражители, что особенно важно в формировании различных трудовых навыков. Наличие динамического стереотипа исключает излишние действия в процессе выполнения работы, «экономит» энергию и отдаляет наступление утомления. Кроме того динамический стереотип обеспечивает приспособление организма к меняющимся условиям трудовой деятельности.

В процессе трудового действия в ЦНС поступает информация о ходе выполнения программы, на основании которой возможны текущие поправки к действиям. Точность программирования и успешность выполнения программы зависят от опыта и количества предшествующих повторений этого действия, то есть автоматизма или навыков.

В ходе трудового процесса активизируются различные физиологические системы. Если преобладают физические усилия, то прежде всего активизируется мышечная система и система так называемого вегетативного обеспечения мышечной деятельности (кровообращение, дыхание); при интенсивной физической работе возрастает уровень обменных процессов, количество потребляемого в минуту кислорода, минутный объем и частота дыхания, число сердечных сокращений и т. д.

В процессе умственной деятельности активизируются различные отделы коры головного мозга, в которых возрастает кровоток и потребление кислорода; при увеличении степени умственного или эмоционального напряжения наблюдается учащение пульса, повышение артериального давления, возрастает интенсивность обменных процессов.

В физиологии труда важнейшими являются понятия работоспособности и утомления.

Под работоспособностью понимают потенциальную возможность человека выполнять на протяжении заданного времени и с достаточной эффективностью работу определенного объема и качества. Под влиянием множества факторов работоспособность

изменяется во времени и условно подразделяется на следующие фазы:

1 фаза — фаза вработываемости, в этот период повышается активность центральной нервной системы, возрастает уровень обменных процессов, усиливается деятельность сердечно-сосудистой системы, что приводит к нарастанию работоспособности;

2 фаза — фаза относительно устойчивой работоспособности, в этот период отмечается оптимальный уровень функционирования ЦНС, эффективность труда максимальная;

3 фаза — фаза снижения работоспособности, связанная с развитием утомления.

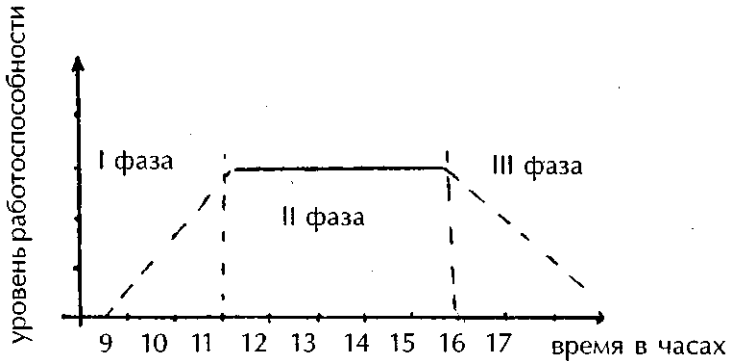


Рис. 3. График динамики работоспособности во времени [9]

Продолжительность каждой из этих фаз зависит как от индивидуальных особенностей ЦНС, так и от условий среды, в которых совершается работа, от вида и характера деятельности, от эмоционального и физического состояния организма. Понимание процессов изменения работоспособности позво-

ляет предупредить или отдалить наступление утомления. Например, у студентов первых курсов высших учебных заведений в соответствии с биологическими ритмами «пик» работоспособности приходится на 11 часов утра; фаза относительно устойчивой работоспособности наблюдается приблизительно до 16 часов, а затем начинается третья фаза — снижение работоспособности. В соответствии с этим, основной задачей является продление второй фазы, оно может быть достигнуто целым комплексом мероприятий, среди которых наиболее эффективными являются смена видов деятельности, производственная гимнастика, перерывы в работе и так далее, то есть все мероприятия, направленные на предупреждение утомления.

**Утомление** — это снижение работоспособности, наступающее в процессе работы. Если в работе преобладает умственное напряжение, утомление характеризуется снижением внимания, продуктивности умственного труда, увеличением количества допускаемых ошибок, утомлением анализаторов. Если преобладают в работе физические усилия, утомление проявляется в снижении мышечной силы.

Существует ряд теорий утомления: теория истощения в мышцах энергетических запасов, теория «отравления» организма молочной кислотой и др. Однако, на основании работ И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, И.М. Сеченова, А.А. Ухтомского было доказано, что прекращение работы вследствие утомления зависит от состояния центральной нервной системы. При длительном возбуждении определенных участков нервной системы наступает пе-



ревозбуждение и торможение условных рефлексов. Торможение позволяет клеткам не реагировать на поступающие импульсы, вследствие чего прекращается активная деятельность; торможение является мерой предупреждения функционального истощения клеток. Утомление может накапливаться изо дня в день и перерасти в переутомление.

Переутомление — это патологическое состояние, болезнь, которая не исчезает после обычного отдыха, требует специального лечения.

Важное место в вопросах физиологии труда занимают понятия **тяжести** и **напряженности** труда.

Понятие **тяжесть** чаще всего относят к работам, при выполнении которых преобладают мышечные усилия. Критериями тяжести труда при динамической нагрузке являются: мощность внешней механической работы, максимальная величина поднимаемых вручную грузов, величина ручного грузооборота за смену, частота шагов в одну минуту, наклоны туловища свыше  $50^\circ$  в 1 мин. при работе стоя; при статической нагрузке тяжесть труда оценивают по величине статической нагрузки в кг/с при удержании усилия одной рукой, двумя руками, с участием мышц корпуса и ног, времени пребывания в вынужденной позе.

Понятие **напряженность** труда чаще относят к работам с преобладанием нервно-эмоционального напряжения. Критериями напряженности труда являются: напряжение внимания (число производственно-важных объектов наблюдения, длительность сосредоточенного наблюдения в процентах от об-

шего времени смены, плотность сигналов или сообщений в среднем в 1 час), эмоциональное напряжение, напряжение анализаторов, объем оперативной памяти, интеллектуальное напряжение, монотонность работы.

Существует способ оценки тяжести работы по потреблению кислорода и энергозатратам (табл. 3).

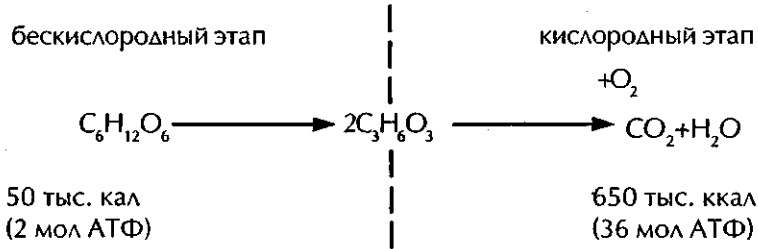
*Таблица 3*

Характер работы	потребление кислорода, л/мин	энергозатраты, ккал/мин
Легкая	до 0,5	до 2,5
Средней тяжести	от 0,5 до 1,0	2,5-5,0
Тяжелая	1,0 и выше	выше 5

Напряженность труда в каждом конкретном чае зависит как от тяжести (будь то умственный или физический труд), так и от индивидуальных особенностей работающего. Труд одинаковой тяжести может вызвать у разных людей разную степень напряженности. Ряд исследователей полагают, что состояние утомления развивается через напряжение, степень утомления может служить критерием рабочего напряжения.

При физической работе важное значение имеет правильная организация рабочих движений, чередование статических и динамических усилий. Статические мышечные усилия характеризуются преобладанием напряжения над расслаблением. При этом работа мышц осуществляется в анаэробных, то есть в бескислородных условиях. Клетки и ткани мышц получают энергию в результате диссими-

ляции, расщепления сложных органических веществ до углекислого газа и воды. Примером может служить гликолиз — расщепление глюкозы, которое протекает в 2 основных этапа — бескислородный и кислородный.



На бескислородном этапе молекула глюкозы расщепляется до молочной кислоты, причем выделяется небольшое количество энергии и образуется всего 2 молекулы АТФ. АТФ — основное энергетическое вещество клетки, единица измерения энергии в клетке, все процессы превращения энергии сопровождаются синтезом или распадом АТФ. При статистических усилиях, когда мышцы сжаты, кровеносные сосуды сдавлены, в клетки не поступает кислород, гликолиз останавливается на бескислородном этапе, энергия не образуется, в клетках накапливается молочная кислота ( $C_3H_6O_3$ ), появляется чувство утомления, боль в мышцах. При чередовании напряжения мышц и расслабления гликолиз идет в два этапа, молочная кислота расщепляется до углекислого газа и воды и при этом клетка получает почти в 20 раз больше энергии — 38 молекул АТФ.

Таким образом, при правильном чередовании статических и динамических усилий можно добиться преобладания кислородного расщепления над бескислородным, что способствует более длительному сохранению работоспособности. В этой связи исключительно важной является физиологическая рационализация, основными направлениями которой являются: рациональная организация трудового процесса, создание условий для быстрого овладения трудовыми навыками, рациональная организация режимов труда и отдыха.

Решению этих задач служит эргономика — научная дисциплина, изучающая трудовые процессы с целью оптимизации орудий и условий труда, повышения эффективности трудовой деятельности и сохранения здоровья работающих.

Основным объектом эргономики является сложная система «человек-машина», в которой ведущая роль принадлежит человеку. Эргономика тесно связана с инженерной психологией, которая рассматривает требования, предъявляемые к психическим особенностям человека, проявляемым при его взаимодействии с техническими средствами. Эргономика осуществляет системный подход к трудовым процессам и оперирует эргономическими показателями: гигиеническими, антропометрическими, физиологическими, психофизиологическими, эстетическими (5).

Эргономическая биомеханика на основе антропометрических признаков (размеры тела, конечностей, головы, кистей, стопы, угла вращения в суставах, досягаемости руки) дает рекомендации по

организации рабочего места, конструированию инструмента и оснастки.

Требования технической эстетики реализуются с помощью дизайна (художественного конструирования оборудования), его цветового оформления, оформления графических средств информации, конструирования спецодежды и обуви. При этом создаются условия для оптимальных зрительных нагрузок, гармонии в эмоциональном содержании трудовых процессов, обеспечивается наименьшая травматичность и минимальные вредные психологические воздействия трудового процесса.

Для современного этапа НТР характерна незавершенность автоматизации и механизации труда, в связи с чем имеют место неблагоприятные условия труда и профессиональные заболевания. Например, было установлено, что операторы клавишных ЭВМ работают в неудобной позе, которая характеризуется сильным наклоном головы вперед ( $59^\circ$  от вертикали) и положением рук на весу с отведением от корпуса под углом  $87^\circ$ . Эта поза обуславливает многочисленные жалобы операторов на постоянные боли в области спины, шеи, плечевого пояса, предплечья, кисти.

Мышечная усталость, например, у операторов дисплеев связана с наклоном головы и верхней части туловища вперед, что приводит за 60 минут к перенапряжению мышц шеи, межлопаточной области, сгибателей предплечья. Неудобная поза приводит к возникновению дополнительных движений, перемене положения тела, что ускоряет наступление утомления и ведет к снижению качества труда.

Общие принципы гигиенического нормирования производственных факторов распространяются на всех работающих. Вместе с тем необходимо учитывать биологические, анатомо-физиологические, биохимические и другие особенности женского организма и организма подростков. Например, женщины в сравнении с мужчинами в среднем имеют меньший рост (на 10—15 см), массу тела (на 10—12 кг), меньшие размеры и массу сердца (на 25—30%), ударный объем сердца и минутный объем крови (на 20—30%), меньшую жизненную емкость легких, массу мышечной ткани, ее сократительную способность и способность к тренировке. Работа, которую могут выполнять женщины, составляет в среднем 60—70% от той, которую может выполнять средний мужчина. Выраженные половые различия в напряжении физиологических функций, меньшая работоспособность и производительность труда, развитие в более ранние сроки некомпенсированного утомления, значительная частота нарушений в осуществлении специфических функций (вынашивание беременности, протекание родов) являются основанием для включения в классификацию тяжести и напряженности труда градаций по половому признаку. Установлены градации по воздействию микроклимата, химических веществ, воздействию шума и вибрации.

Важное значение для сохранения и стабилизации трудовых резервов общества имеет правильная организация труда подростков, у которых имеет место несовершенство процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе, незавершенность анатомического и физиологического форми-

рования двигательного аппарата, утомление наступает быстрее. Особенно важен в этом случае профессиональный отбор и профессиональная ориентация. Профессиональный отбор по медицинским показателям должен основываться на точном выяснении требований трудового процесса к степени функциональной напряженности различных физиологических систем. Лица с недостаточно развитыми, слабыми физиологическими системами не должны допускаться к работам, при которых требуется значительное напряжение именно этих физиологических систем, при условии, что она не может быть ликвидирована в процессе **подготовки** к тому или иному виду деятельности. Это позволяет сохранить функциональные резервы здоровья у значительной группы работающих. Профессиональная ориентация, учитывающая склонности и личностные особенности будущего работника и соответствие их характеру трудовой деятельности, позволяет человеку иметь работу по душе, по способностям, и, следовательно, такой труд будет для него менее утомительным. Важное значение имеют также режимы труда и отдыха, соответствующие возрасту, более частые перерывы в работе, включение в режим прогулок, элементов двигательной активности, смена деятельности, положительные эмоции.

### **1.3. МИКРОКЛИМАТ И КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Говоря о биосфере в целом, необходимо отметить, что человек обитает в самом нижнем, прилегаю-

щем к Земле слое атмосферы, который называется тропосферой.

Атмосфера является непосредственно окружающей человека средой и этим определяется ее перво-степенное значение для осуществления процессов жизнедеятельности.

Тесно соприкасаясь с воздушной средой, организм человека подвергается воздействию ее физических и химических факторов: состава воздуха, температуры, влажности, скорости движения воздуха, барометрического давления и др. Особое внимание следует уделить параметрам микроклимата помещений — аудиторий, производственных и жилых зданий. Микроклимат, оказывая непосредственное воздействие на один из важнейших физиологических процессов — терморегуляцию, имеет огромное значение для поддержания комфортного состояния организма.

Терморегуляция — это совокупность процессов, обеспечивающих равновесие между теплопродукцией и теплоотдачей, благодаря которому температура тела человека остается постоянной.

Теплопродукция организма (производимое тепло) в состоянии покоя составляет для «стандартного человека» (масса 70 кг, рост 170 см, поверхность тела 1,8 м<sup>2</sup>) до 283 кДж в час. При легкой физической работе — более 283 кДж в час, при работе средней тяжести — до 1256 кДж в час и при тяжелой — 1256 и более кДж в час. Метаболическое, лишнее тепло должно удаляться из организма.

Нормальная жизнедеятельность осуществляется в том случае, если тепловое равновесие, т. е. соот-



ветствие между теплопродукцией вместе с теплотой, получаемой из окружающей среды, и теплоотдачей достигается без напряжения процессов терморегуляции. Отдача тепла организмом зависит от условий микроклимата, который определяется комплексом факторов, влияющих на теплообмен: температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и радиационной температурой окружающих человека предметов.

Чтобы понять влияние того или иного показателя микроклимата на теплообмен, нужно знать основные пути отдачи тепла организмом. При нормальных условиях организм человека теряет примерно 85% тепла через кожу и 15% тепла расходуется на нагревание пищи, вдыхаемого воздуха и испарение воды из легких. 85% тепла, отдаваемого через кожу, распределяется следующим образом: 45% приходится на излучение, 30% на проведение и 10% на испарение. Эти соотношения могут изменяться в зависимости от условий микроклимата.

Потеря тепла телом человека путем излучения может ориентировочно оцениваться по закону Стефана-Больцмана и рассчитывается по формуле:

$$E = K(T_1^4 - T_2^4),$$

где  $E$  — энергия электромагнитного излучения с единицы поверхности тела в единицу времени;

$K$  — коэффициент;

$T_1$  — абсолютная температура кожи человека;

$T_2$  — абсолютная температура окружающих поверхностей.

Из уравнения следует, что при  $T_1 > T_2$  радиационный баланс отрицательный, человек теряет тепла больше, чем получает; при  $T_1 < T_2$  — радиационный баланс положительный, человек получает тепла больше, чем отдает, при этом возможно перегревание организма. На потерю тепла излучением не влияют температура воздуха, его подвижность, относительная влажность, а только температура окружающих предметов. Электромагнитное излучение испускается любыми нагретыми телами и при температуре тела человека лежит в области инфракрасных, тепловых волн.

Потеря тепла проведением осуществляется в результате соприкосновения тела человека с окружающим воздухом (конвекция) или с окружающими предметами (кондукция). Основное количество тепла теряется конвекцией. Эта потеря прямо пропорциональна разности между температурой тела и температурой окружающего воздуха — чем больше разница, тем больше теплоотдача. Если температура воздуха возрастает, потеря тепла конвекцией уменьшается и при температуре 35—36° С прекращается. Потеря тепла конвекцией увеличивается при увеличении скорости движения воздуха, которая не должна превышать 2—3 м/сек, так как это может привести к переохлаждению организма. Ускоряет теплоотдачу повышение влажности воздуха, влажный воздух более теплоемкий.

Потеря тепла испарением зависит от количества влаги (пота), испаряющейся с поверхности тела. При испарении 1г влаги организм теряет 2,43 кДж тепла, при нормальных условиях с по-

верхности кожи человека испаряется около 0,5 л влаги в сутки, с которыми отдается около 1200 кДж энергии.

С повышением температуры воздуха и окружающих поверхностей потеря тепла излучением и конвекцией уменьшается и резко увеличивается теплоотдача испарением. Если температура внешней среды выше, чем температура тела, то единственным путем теплоотдачи остается испарение. Количество пота может достигать 5—10 л в день. Этот вид теплоотдачи очень эффективен, если есть условия для испарения пота: уменьшенная влажность и увеличенная скорость движения воздуха. Таким образом, при высокой температуре окружающей среды увеличение скорости движения воздуха является благоприятным фактором. При низких температурах воздуха увеличение его подвижности усиливает теплоотдачу конвекцией, что неблагоприятно для организма, т. к. может привести к переохлаждению, простуде и отморожениям. Большая влажность воздуха (свыше 70%) неблагоприятно влияет на теплообмен как при высоких, так и при низких температурах. Если температура воздуха выше 30° (высокая), то большая влажность, затрудняя испарение пота, ведет к перегреванию. При низкой температуре высокая влажность способствует сильному охлаждению, т. к. во влажном воздухе усиливается отдача тепла конвекцией. Оптимальная влажность, таким образом, составляет 40—60%.

В соответствии с действующими в настоящее время санитарными правилами и нормами (СанПин

2.2.4.548-96) установлены гигиенические требования к микроклимату производственных помещений с учетом категории работ по уровню энергозатрат (табл. 4, 5, 6)

Допустимые нормы параметров микроклимата в производственных помещениях для постоянных рабочих мест представлены в таблице 6.

При комфортном микроклимате физиологические процессы терморегуляции не напряжены, теплоощущение хорошее, функциональное состояние нервной системы оптимальное, физическая и ум-

Таблица 4

Характеристика отдельных категорий работ

Категории работ по уровню энергозатрат	Интенсивность энергозатрат		Примеры профессиональной деятельности
	Ккал/час	Вт	
Ia	До 120	До 139	Ряд профессий часового, швейного производства, в сфере управления и т.п.
Iб	121–150	140–174	Ряд профессий полиграфии, связи, контролеры, мастера различных производств и т.п.
IIa	151–200	175–232	Профессии, связанные с постоянной ходьбой (механо-сборочные цеха, прядильно-ткацкие пр-ва и т.п.)
IIб	201–250	233–290	Работы, связанные с переноской тяжестей от 1 до 10 кг (литейное, прокатное, кузнечное и т.п. пр-во)
III	> 250	> 290	Постоянная переноска тяжестей более 10 кг, профессии в кузнечных цехах с ручной ковкой, каменщики и т.п.

Таблица 5

**Оптимальные величины параметров  
микроклимата в производственных помещениях**

Сезон года	Категория работ	Оптимальная температура, С°	Оптимальная относительная влажность в процентах	Оптимальная скорость движения воздуха в м/сек, не >
Холодный и переходный	IA – IB	21–24	40–60	0,1
	IIA – IIB	17–20	40–60	0,2
	III	16–18	40–60	0,3
Теплый	IA – IB	22–24	40–60	0,2
	IIA – IIB	20–23	40–60	0,3
	III	18–20	40–60	0,4

Таблица 6

Сезон года	Категория работ	Допустимая температура С°	Допустимая относительная влажность воздуха в проц. (не более)	Допустимая скорость движения воздуха, м/сек (не более)
холодный и переходный	IA – IB	20–25	75	0,2
	IIA – IIB	15–24	75	0,4
	III	13–19	75	0,5
теплый	IA – IB	21–28	55–60	0,2
	IIA – IIB	16–27	65–70	0,3
	III	15–26	75	0,4

ственная работоспособность высокая, организм устойчив к воздействию негативных факторов среды.

Дискомфортный микроклимат вызывает напряжение процессов терморегуляции, имеет место плохое теплоощущение, ухудшается условно-рефлек-

торная деятельность и функция анализаторов, понижается работоспособность и качество труда, снижается устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.

Дискомфортный микроклимат может быть перегревающим (гипертермия) и охлаждающим (гипотермия). Последствия воздействия дискомфортного микроклимата на организм представлены в таблице 7.

Микроклимат производственных помещений характеризуется большим разнообразием сочетаний температуры, влажности, скорости движения воздуха, интенсивности и состава лучистого тепла, отличается динамичностью и зависит от колебания внешних метеоусловий, времени дня и года, хода и характера производственного процесса, условий воздухообмена с атмосферой. Если говорить о характере производственного процесса, то существуют, например, производства со значительным избытком тепла, они относятся к категории горячих цехов. К ним относятся производства с избытком явного тепла  $23 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$ , с повышением температуры до  $35\text{—}40^\circ \text{С}$ , интенсивностью радиационного тепла до  $0,7 \text{ Дж на } 1 \text{ см}^2/\text{с}$ .

В зависимости от производственных условий в помещениях преобладают либо отдельные элементы микроклимата, либо их комплекс. Тепловыделение в пределах  $11,6\text{—}17,4 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$  обычно равно теплопотерям через ограждения здания и не приводит к накоплению тепла и повышению температуры воздуха в помещениях.

Высокая влажность (выше 70%) встречается в производствах с большими поверхностями испаре-

Таблица 7

Дискомфортный микроклимат				
острая гипертермия	хроническая гипертермия	острая местная гипотермия	острая общая гипотермия	хроническая гипотермия
<p>1. Напряжение процессов терморегуляции, ухудшение состояния организма</p> <p>2. Тепловой удар, повышение температуры тела, падение сердечной деятельности, потеря сознания</p> <p>3. Судорожная болезнь при повышенном испарении, в результате потери большого количества солей и витаминов</p>	<p>Поражаются практически все физиологические системы:</p> <p>1. Со стороны пищеварения — потеря аппетита, понижение желудочной секреции, гастрит, энтерит, колит</p> <p>2. Со стороны сердечно сосудистой системы — расширение сосудов, увеличение частоты сердечных сокращений, нарушение питания сердечной мышцы</p> <p>3. Со стороны почек чаще всего возникает или обостряется почечно-каменная болезнь.</p> <p>4. Со стороны центральной нервной системы — утомляемость, неврозы, снижение внимания, травматизм</p>	<p>1. Отморожения</p> <p>2. Невралгии, миозиты</p> <p>3. Простудные заболевания — ОРЗ, ангины, воспаление почек, воспаление среднего уха</p>	<p>1. Генерализованная гипотермия (замерзание)</p> <p>2. Снижение иммунитета к инфекционным заболеваниям</p> <p>3. Аллергические заболевания, т. к. при переходе образуются гистаминоподобные вещества</p> <p>4. Снижение работоспособности, внимания, увеличение частоты несчастных случаев</p>	<p>Понижение работоспособности, понижение сопротивляемости организма к неблагоприятным факторам</p>

ния: шахты, красильные, кожевенные, сахарные заводы, водо- и грязелечебницы.

Повышенное движение воздуха возникает там, где есть поверхности с разными температурами и, когда эта разница достаточно велика, возникают конвекционные токи воздуха, вплоть до образования сквозняков.

При дискомфортном микроклимате наблюдается напряжение процессов терморегуляции. Верхняя граница терморегуляции человека в состоянии покоя составляет: температура воздуха 30—51° С при относительной влажности 85% или температура воздуха 40° С при относительной влажности 50%. При выполнении физической работы границы терморегуляции снижаются. Например, при тяжелой мышечной нагрузке температура воздуха составляет 5—10° С при относительной влажности воздуха 40—60%.

При изменениях микроклимата, выходящих за границы приспособительных физиологических колебаний, дискомфорт проявляется в виде изменения самочувствия. Появляется апатия, шум в ушах, мерцание перед глазами, тошнота, помрачение сознания, повышение температуры тела, судороги и другие симптомы.

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха выше или ниже допустимых величин установлено время пребывания (в часах) на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену).

В практике санитарно-гигиенического контроля для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата и разработки мероприятий по защите работающих от возможного перегревания используется интегральный показатель тепловой нагрузки среды.

Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) является эмпирическим показателем, характеризующим сочетание действия на организм человека



параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха) и теплового облучения.

ТНС-индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с, а интенсивность теплового облучения — 1200 Вт/м<sup>2</sup>.

Таблица 8

Рекомендуемые величины ТНС-индекса  
для профилактики перегревания

Категории работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139 Вт)	22,2–26,4
Iб (140–174 Вт)	21,5–25,8
IIa (175–232 Вт)	20,5–25,1
IIб (233–290 Вт)	19,5–23,9
III (более 290 Вт)	18,0–21,8

Рекомендуемые нормами параметры микроклимата должны обеспечить в процессе терморегуляции такое соотношение физиологических и физико-химических процессов, при котором поддерживалось бы устойчивое тепловое состояние в течение длительного времени, без снижения работоспособности человека. В цехах с климатическим комплексом преимущественно нагревающего типа решающее значение в борьбе с нагреванием приобретает изменение самого технологического процесса, замена источников избыточного выделения тепла различными способами, которые требуют в каждом конкретном случае специального рассмотрения. Немаловажным в

обеспечении комфортных параметров микроклимата являются рациональное отопление, правильное устройство вентиляции, кондиционирование воздуха, теплоизоляция источников тепла.

### ***Системы обеспечения параметров микроклимата***

**Вентиляция** — организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения отработанного воздуха и подачу на его место свежего.

Естественная неорганизованная вентиляция осуществляется за счет разности давления снаружи и внутри помещения. Для жилых помещений смена воздуха (инфильтрация) может достигать 0,5—0,75 объема в час, для промышленных **1,0—1,5** объема в час.

Естественная организованная, канальная вентиляция проектируется в жилых и общественных зданиях. При обтекании ветром выхода вытяжной шахты, имеющей иногда насадку-дефлектор, создается разрежение, зависящее от скорости ветра и возникает поток воздуха в вентиляционной системе.

**Аэрация** — организованная естественная вентиляция помещений через фрамуги, форточки, окна.

**Механическая вентиляция** — это такая вентиляция, при которой воздух подается (приточная) или удаляется (вытяжная) с помощью специальных устройств — компрессоров, насосов и др. Различают вентиляцию общеобменную (для всего помещения) и местную (для определенных рабочих

мест). При механической вентиляции воздух может предварительно проходить через систему фильтров, очищаться, а в удаляемом воздухе могут улавливаться вредные примеси. Недостатком механической вентиляции является создаваемый ею шум. Наиболее совершенный вид промышленной вентиляции — кондиционирование воздуха.

**Кондиционирование** — искусственная автоматическая обработка воздуха с целью поддержания оптимальных микроклиматических условий независимо от характера технологического процесса и условий внешней среды. В ряде случаев при кондиционировании воздух проходит дополнительную специальную обработку — обеспыливание, увлажнение, озонирование и др. Кондиционирование воздуха обеспечивает как безопасность жизнедеятельности, так и параметры технологических процессов, где не допускаются колебания температуры и влажности среды.

Значительно уменьшает воздействие тепла на организм применение экранирования. Экраны могут быть теплоотражающие (алюминиевая фольга, алюминиевая краска, листовый алюминий, белая жель), теплопоглощающие (бесцветные и окрашенные стекла, остекление с воздушной или водяной прослойкой), теплопроводящие (полые стальные плиты с водой или воздухом, металлические сетки). Широко применяются индивидуальные средства защиты: спецодежда из хлопка, льна, шерсти воздухо- или влагонепроницаемая, каски, войлочные шлемы, очки, маски с экраном и т. д.

## **Атмосферное давление и его влияние на организм**

Атмосферное (барометрическое ) давление создается атмосферой под влиянием гравитации на поверхность Земли. Изменение давления происходит в результате неравномерного нагревания воздушных масс, расположенных над сушей и водой в различных географических широтах. Как правило, незначительные изменения барометрического давления в пределах 10-30 мм рт. ст. на здоровых и метеоустойчивых индивидуумов не оказывают влияния. Однако более значительные изменения атмосферного давления в сторону повышения или понижения могут оказывать существенное влияние на функциональное состояние и здоровье человека. Оптимальная диффузия кислорода в кровь из газовой смеси в легких осуществляется при атмосферном давлении 760 мм рт. ст.

Воздействие повышенного атмосферного давления связано с механическим (компрессионным) и физико-химическим (проникающим) действием газовой среды.

При очень высоком барометрическом давлении отмечается : общее повышенное равномерное механическое давление на органы и ткани; возможно развитие механонаркоза; местное неравномерное давление на ткани, ограничивающие воздухосодержащие полости (напр., придаточные полости носа, среднее ухо), что может привести к повреждению - баротравме; увеличение плотности газовой смеси и нарушение внешнего дыхания.

Проникающий эффект при повышенном барометрическом давлении проявляется в токсическом действии кислорода и индифферентных газов, которые проникают в кровь в повышенных количествах и вызывают наркотическую реакцию. При возрастании парциального давления кислорода в легких более чем на 0,8-1 атм проявляется его токсическое действие — поражение легочной ткани, судороги, коллапс. Известные нарушения в состоянии здоровья у лиц, работающих на достаточно большой глубине, возникают при быстром подъеме на поверхность. В результате возникают декомпрессионные расстройства или так называемая кессонная болезнь (заболевание, обнаруженное у кессонных рабочих, работающих под водой в специальных приспособлениях-кессонах и развивающееся при нарушении правил декомпрессии).

Пониженное атмосферное давление отмечается, как правило, при подъеме на высоту (условия высокогорья, летательные аппараты, барокамеры и др.). При этом отмечается разрежение атмосферы и уменьшение содержания кислорода в воздухе за счет снижения его парциального давления. В зависимости от индивидуальных особенностей организма, скорости и величины понижения давления и других факторов отмечается выраженность изменений в функциональном состоянии — от адаптационно-приспособительных реакций до патологических состояний (высотная или горная болезнь), вплоть до смертельного исхода.

В зависимости от реакции организма человека на недостаток кислорода при пониженном баромет-

рическом давлении различают (по высоте): индифферентную зону — до 1500—2000 м над уровнем моря, когда у лиц длительно пребывающих на этой высоте не отмечается каких-либо заметных функциональных изменений; зона полной компенсации — от 2000 до 4000 м; при этом работоспособность сохраняется достаточно длительное время, но физическая работа выполняется с затруднением; зона неполной компенсации — от 4000 до 5500 м, когда наблюдается снижение работоспособности и возможно появление у людей эйфории и неадекватного поведения; критическая зона — от 5500 до 8000 м — наблюдается ухудшение состояния, работоспособность резко снижена, возникает большая вероятность проявления высотного обморока; непереносимая зона свыше 8000 м — без принятия необходимых мер - смертельный исход.

В процессе деятельности человек может подвергаться острому воздействию пониженного барометрического воздействия (напр., в условиях разгерметизации кабины самолета на высоте 5000 м или при высокогорных восхождениях) и хроническому воздействию (длительное нахождение в горах). В результате хронического воздействия высокогорья (до определенной зоны) в организме отмечаются адаптационные перестройки с формированием состояния акклиматизации, что используется в практике профилактической работы среди лиц, подвергающихся воздействию кислородной недостаточности.

Следует сказать и том, что пониженное давление (декомпрессия) на высотах (даже при исключе-

нии недостатка в кислороде) вызывает само по себе нарушения в организме, которые объединены общим названием декомпрессионных расстройств: высотный метеоризм (расширение газов в желудочно-кишечном тракте); высотные боли (за счет перехода газов, в первую очередь азота, содержащихся в растворенном состоянии в жидких и полужидких средах в газообразное состояние и образования пузырьков) и высотная тканевая эмфизема («закипание» тканевой и межклеточной жидкости вследствие появления в них пузырей водяного пара). Пузырьки газов вызывают эмболию кровеносных сосудов. Указанные нарушения возникают у человека на высоте более 7000 м.

Декомпрессия может быть плавной и взрывной. Проявления декомпрессионных нарушений можно избежать или уменьшить при соблюдении правил постепенного снижения давления, применение высотно-компенсирующих костюмов, кислородных масок, герметизации кабин летательных аппаратов, специальных тренировок и других мероприятий.

#### **1.4. ОСВЕЩЕНИЕ. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ОСВЕЩЕНИЯ**

Наибольшее количество информации об окружающем нас мире дает зрительный анализатор. В связи с этим рациональное естественное и искусственное освещение в жилых помещениях и общественных зданиях, на рабочих местах имеет важное значение для обеспечения нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека.

Свет не только обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма человека, но и определяет жизненный тонус и ритм. Сила биологического воздействия света на организм зависит от участка спектра длин волн, интенсивности и времени воздействия излучения. Та часть спектра электромагнитных излучений, которая находится в пределах длин волн от 10 до 100000 нм, называется оптической областью спектра. Средняя часть оптической области (400—760 нм) приходится на видимое излучение, воспринимаемое глазом как свет. Такие функции организма, как дыхание, кровообращение, работа эндокринной системы, ферментные системы отчетливо меняют интенсивность деятельности под влиянием света. Длительное световое голодание приводит к снижению иммунитета, функциональным нарушениям в деятельности ЦНС. Свет является мощным эмоциональным фактором, воздействует на психику человека. Неблагоприятные условия освещения ведут к снижению работоспособности и могут обусловить так называемую профессиональную близорукость.

### ***Основные характеристики для оценки освещения***

**Световой поток** — мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению. Единица измерения — люмен (лм). 1 люмен равен количеству световой энергии в 1 Дж, проходящему через единицу площади 1 м<sup>2</sup>.



Сила света, пространственная плотность излучаемого потока, определяется отношением светового потока к величине телесного угла, в котором он определен. Единицей измерения является кандела (кд).

Освещенность ( $E$ ) — определяется как световой поток, приходящийся на единицу площади освещаемой поверхности. Единица измерения — люкс (лк). 1 лк — освещенность поверхности в  $1\text{ м}^2$ , на которую падает световой поток в 1 лм.

Яркость ( $B$ ) — это уровень светового ощущения, величина, которую непосредственно воспринимает наш глаз. Измеряется в  $\text{кд}/\text{м}^2$  или в нитах (нт). 1 нит равняется силе света в 1 канделу с площади в  $1\text{ м}^2$  в направлении, перпендикулярном площадке. Так, яркость горящей свечи и голубого неба равна приблизительно  $1\text{ кд}/\text{м}^2$ . Яркость солнца в полдень  $150000\text{ кд}/\text{м}^2$ . При яркости больше  $0,75\text{ кд}/\text{м}^2$  происходит сужение зрачка.

Яркость освещаемого объекта связана с его освещенностью как,

$$B = \frac{\sigma \times E}{\pi},$$

где  $\sigma$  — коэффициент отражения поверхности. Например для стен  $\sigma = 60\%$ , для потолка  $\sigma = 70\%$ .

Основными физиологическими функциями глаза являются контрастная чувствительность, зрительная адаптация, острота зрения, скорость различения и устойчивость ясного видения.

Контрастная чувствительность показывает во сколько раз яркость фона выше пороговой разности яркости объекта и фона  $K = V_{\text{фон}} / V_{\text{пор}}$ . Пороговая разность яркости  $V_{\text{пор}}$  — это наименьшее

заметное глазу отличие яркости объекта  $V_0$  и фона

Вфон\*

Острота зрения — способность зрительного анализатора различать мелкие детали предметов. Нормальной разрешающей способностью или остротой зрения человека считается такая, при которой он может различать объект с угловыми размерами 1 мин (это соответствует условиям рассмотрения черного объекта размером 1,45 мм на белом фоне с расстояния 5 м при освещенности не менее 80 лк). При меньшем угле зрения две точки объекта изображаются на одном чувствительном элементе, сетчатки (колбочке) глаза и не различаются, потому угол зрения в 1 минуту называется физиологическим предельным углом.

Максимальная острота зрения наблюдается при яркости 500 кд/м<sup>2</sup> и более. Понижение яркости ведет к снижению зрительной работоспособности. Оптимальной яркостью является яркость в диапазоне от 50 до 1500 кд/м<sup>2</sup>.

Приближая рассматриваемый предмет к глазу, мы увеличиваем угол зрения, а с ним и размеры изображения на сетчатке. Это позволяет рассмотреть более мелкие детали. Однако при максимально возможном приближении усиливается напряжение мышцы, изменяющей форму хрусталика. Работа глаза становится утомительной. Напряжение мышцы при постоянной работе с мелкими объектами (мелким шрифтом, микросхемами и тому подобное) вызывает спазм аккомодации и ложную близорукость. После прекращения работы восстанавливается способность хрусталика изменять свою кривизну.

Постоянная работа при низком освещении ведет к развитию близорукости (миопии), уменьшению остроты зрения.

Четкое изображение рассматриваемого предмета наблюдается в том случае, если лучи света от предмета после их преломления в средах глаза собираются в фокус глаза на сетчатке. При близорукости фокус оказывается лежащим впереди сетчатки и на нее попадают расходящиеся лучи, при этом изображение получается расплывчатым.

При дальнорукости лучи предмета сходятся позади сетчатки и на ней также получается нечеткое, расплывчатое изображение. Дальнорукость возникает практически у всех людей после 40—45 лет в связи с ослаблением мышечного аппарата глаза.

Глаз человека обладает способностью приспособливаться к изменению освещенности в пределах от  $10^{-6}$  лк в темноте, до  $10^5$  лк при солнечном свете. Процесс приспособления к тому или иному уровню яркости называется адаптацией. При повышении яркости наблюдается световая, а при понижении яркости — темновая адаптация.

Скорость различения — способность глаза различать детали предметов за минимальное время наблюдения.

Устойчивость ясного видения — способность зрительного анализатора отчетливо различать объект в течение заданного времени; чем дольше длится ясное видение, тем выше производительность зрительного анализатора.

Благоприятные условия работы зрительного анализатора обеспечиваются как уровнем освещения,

так и качеством освещения. Качество освещения обеспечивается отсутствием блескости, равномерным распределением яркости на рабочей поверхности, отсутствием теней, стробоскопического эффекта (ощущение двоения предметов).

Наилучшие условия для работы зрительного анализатора дает естественное освещение, затем искусственное, приближающееся к спектру естественного света, и смешанное освещение. Подбором соответствующего искусственного источника освещения можно создать оптимальные условия работы.

Естественная освещенность зависит от многих факторов: географической широты местности, ориентации здания и помещения, величины оконных проемов, окраски стен и т. д.

Проектируемая (прогнозируемая) освещенность помещения может быть оценена на основании определения светотехнического показателя — КЕО (коэффициента естественной освещенности) и геометрического показателя СК (светового коэффициента). Естественная освещенность в соответствии с нормативными требованиями зависит от точности выполняемой зрительной работы и от назначения помещения (табл. 9).

КЕО определяется как отношение абсолютной освещенности в люксах, измеренной на рабочем месте ( $e$ ) к наружной освещенности в горизонтальной плоскости, защищенной от прямых солнечных лучей ( $E$ ), выраженное в процентах.

Согласно СНиП 23-05-95 территория страны условно разделена на пять поясов светового климата

Таблица 9

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения (мм)	Разряд зрительной работы	КЕО при боковом освещении (%)	
			в зоне с устойчивым снежным покровом	в зоне с неустойчивым снежным покровом
Наивысшая точность	менее 0,15	1	2,8	3,5
очень высокая точность	до 0,3	2	2,0	2,5
высокая точность	до 0,5	3	1,6	2,0
средняя точность	до 1,0	4	1,2	1,5
малая точность	свыше 1,0 до 5,0	5	0,8	1,0
грубая (очень малая точность)	более 5	6	0,4	0,5
работа со светящимися материалами и изд-ми в горячих цехах	более 0,5	7	0,8	1,0
общее наблюдение за ходом производственного процесса				
постоянное		8а	0,2	0,3
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении		8б	0,2	0,2
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		8в	0,1	0,1

от первого на Крайнем Севере до пятого, в который входит район Северного Кавказа и черноморского побережья Кавказа.

Нормированные значения КЕО для зданий в 1, 2, 5, 4 и 5 поясах определяются по формуле:

$$\text{КЕО}_H^{1,2,4,5} = \text{КЕО}_H^3 \times m \times c,$$

где  $\text{КЕО}_H^3$  — нормированное значение КЕО для третьего пояса (центральные районы страны), представлено в таблице 9;

$m$  — коэффициент светового климата;

$c$  — коэффициент солнечного климата.

Для Ростовской области, находящейся в 4 поясе,  $m = 0,9$ , а значение  $c$  находится в пределах  $0,6—0,85$  в зависимости от расположения световых проемов.

Более простым, но менее точным является геометрический метод оценки естественного освещения, при котором определяется отношение остекленной площади светопроемов к площади пола (СК). Так, световой коэффициент для учебных и административных помещений должен составлять  $1:6-1:8$ .

Проектируемое искусственное освещение оценивается по многим показателям, характеризующим тип и количество осветительных ламп, их размещение и высоту подвеса, виды используемой арматуры. Чаще всего могут быть использованы следующие виды систем освещения: общая и комбинированная, то есть местная в сочетании с общей. При общей системе светильники располагают или в горизонтальной плоскости потолка или сосредоточивают локально. Условия освещенности зависят от соотношения расстояния между светильниками в горизонтальной плоскости и высотой их подвеса. На оптимум этого соотношения влияет тип светильников.

В качестве источников искусственного освещения используются лампы накаливания и люминесцентные. Лампы накаливания дают сплошной спектр излучения, близкий к естественному, однако они неэкономичны — на световое излучение идет всего 5—18% потребляемой энергии. Газоразрядные, люминесцентные лампы более экономичны, но в большинстве случаев не обеспечивают правильную цветопередачу, особенно синтетических материалов. На практике используются следующие типы люминесцентных ламп: ЛД — лампы дневного света, имеющие голубоватый оттенок свечения; ПХБ — лампы холодно-белого цвета с желтоватым оттенком свечения; ЛТБ — лампы белого цвета с розовым оттенком свечения.

При выборе ламп нужно учитывать что: 1) чем выше уровень освещенности, тем благоприятнее холодный свет ламп ЛД, при малых уровнях освещенности используются лампы ЛТБ, 2) при одновременном использовании ламп накаливания и люминесцентных, лучше применять лампы ЛТБ; 3) цветность освещаемых поверхностей должна согласовываться с цветностью применяемых ламп. Например, голубоватое свечение ламп ЛД хорошо сочетается с голубым и салатным цветом парт, столов; свет ламп ЛД и ЛТБ — со светло-коричневой окраской мебели.

При устройстве искусственного освещения необходимо исключить прямую и отраженную блескость от источников света, что достигается соответствующей арматурой светильников. Наилучшими считаются светильники рассеянного света.

Конструкция светильника, кроме того, должна надежно защищать источник света от пыли, влаги, обеспечивать электробезопасность, взрыво-пожаробезопасность.

Оценку освещенности в помещениях и на рабочих местах осуществляют прямым и косвенным методами. Прямой метод заключается в определении освещенности при помощи люксметра. Люксметр представляет собой микроамперметр, подключенный к фотоэлементу (как правило, селеновому) и проградуированный в единицах освещенности.

Косвенный метод оценки освещения заключается в определении КЕО, СК. Затем полученные показатели сравнивают со стандартами.

#### **7.5. ЧЕЛОВЕКИБИОСФЕРА**

Человек является частью природной системы — биосферы, с которой тесно связана его жизнедеятельность.

**Биосфера** — это часть оболочек земного шара, населенная живыми организмами. Представление о широком влиянии жизни на природные процессы было сформулировано В.В. Докучаевым, который показал зависимость процессов почвообразования не только от климата, но и от совокупного влияния растительных и животных организмов. В.И. Вернадский разработал учение о биосфере, как о глобальной системе нашей планеты, в которой основной ход геохимических и энергетических процессов определяется живым веществом. Учитывая систем-



ный уровень организации биосферы, а также то, что в основе ее функционирования лежат круговороты веществ и энергии, современной наукой сформулированы биохимическая, термодинамическая, биогеоценотическая, кибернетическая концепции биосферы.

В.И. Вернадский определил биосферу, как термодинамическую оболочку с температурой от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и давлением около 1 атм. Эти условия составляют границы жизни для большинства организмов. Все живые организмы образуют биомассу планеты и составляют около 0,01% массы земной коры, но несмотря на незначительную общую биомассу живых организмов, их деятельностью обусловлен химический состав атмосферы, концентрация солей в гидросфере, формирование почвенного слоя и горных пород в литосфере.

Главная функция биосферы заключается в обеспечении круговорота химических элементов и осуществляется при участии всех населяющих планету организмов. Химические вещества циркулируют между почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами. Используя неорганические вещества, зеленые растения за счет энергии Солнца создают органические вещества, которые другими живыми существами (гетеротрофами и деструкторами) разрушаются с тем, чтобы продукты этого разрушения были использованы для новых органических синтезов.

Границы биосферы определяются областью распространения организмов в атмосфере, гидросфере, литосфере.

**Литосфера** — земная кора, внешняя твердая оболочка земного шара, образованная осадочными и базальтовыми породами. Основная масса организмов, обитающих в литосфере, сосредоточена в почвенном слое, глубина которого не превышает нескольких метров.

**Гидросфера** — водная оболочка Земли, составленная мировым океаном, который занимает примерно 70,8% поверхности земного шара. В гидросферу биосфера проникает практически на всю глубину мирового океана.

**Атмосфера** — воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, в которой преобладают кислород и азот. Наибольшее значение для биологических процессов имеют кислород атмосферы, используемый для дыхания организмов и минерализации омертвевшего живого вещества, углекислый газ, используемый при фотосинтезе, а также озон, экранирующий земную поверхность от жесткого ультрафиолетового излучения. В атмосфере различают: тропосферу — примыкающий к поверхности Земли нижний слой атмосферы высотой около 15 км, в который входят взвешенные в воздухе водяные пары; стратосферу — слой над тропосферой, высотой около 100 км; в стратосфере под действием жесткого УФ-излучения Солнца из молекулярного кислорода образуется атомарный кислород, который затем превращается в озон и образует озоновый слой, задерживающий космические и УФ-лучи, губительно действующие на живые организмы.

В настоящее время все большую актуальность приобретают вопросы космической биологии — ком

плекса наук, изучающих особенности жизнедеятельности биологических объектов в условиях космического пространства и при полетах в космических аппаратах (космическая физиология, экобиология). Составной частью космической биологии является экзобиология, изучающая наличие, распространение, особенности и эволюцию живой материи во Вселенной. Исследования в этой области осуществляются в двух основных направлениях: моделирование условий космической среды или планет и исследования, осуществляемые с помощью автоматических космических аппаратов. Установлено, что некоторые земные микроорганизмы могут сохранять жизнедеятельность и развиваться в условиях космической среды. Однако исследования, проведенные с помощью космических аппаратов, направленные на обнаружение внеземных форм жизни (например, на Венере, Марсе) пока еще не дали положительных результатов. Проблемы экзобиологии тесно связаны с проблемой химической и биологической эволюции материи во Вселенной, с проблемой происхождения жизни на Земле.

Важными практическими вопросами являются изучение влияния факторов космического пространства на биологические процессы, протекающие в биосфере Земли. Таким образом, возникает необходимость анализа и пересмотра общебиологического значения традиционных земных условий жизни в связи с возникновением представлений о космосфере, как еще одной области биосферы.

Живое вещество в биосфере осуществляет газовую, концентрационную, окислительную и восста-

новительную функции. Кислород и азот атмосферы, весь углекислый газ, по мнению Вернадского, имеют органогенное происхождение. Ежегодная продукция живого вещества в биосфере составляет примерно 200 млрд. тонн сухого органического вещества; за это же время в процессе фотосинтеза на планете образуется 46 млрд. тонн органического углерода, 123 млрд. тонн кислорода. «Вихрь жизни» как говорил Вернадский, захватывает освобожденные при гниении микроорганизмами элементы, поступающие в литосферу, гидросферу и атмосферу и снова включает их в круговорот веществ.

Особое место в биосфере занимает человек, разумная деятельность которого в масштабах биосферы способствует превращению последней в ноосферу. На этом этапе эволюция биосферы происходит под определяющим воздействием человеческого сознания в процессе производственной деятельности людей. Ноосфера — это не что-то внешнее по отношению к биосфере, а новый этап в ее развитии, заключающийся в разумном регулировании отношений человека и природы. Важная роль в этом регулировании отводится экологии.

### **Основные понятия и задачи экологии**

**Экология** — это наука, изучающая закономерности взаимодействия организмов и среды их обитания, законы развития и существования биогеоценозов, как комплексов взаимодействующих живых и неживых компонентов в различных участках биосферы.

Экологические закономерности проявляются на уровне особи, популяции особей, биоценоза, биогеоценоза. Предметом экологии, таким образом, являются физиология и поведение отдельных организмов в естественных условиях обитания (аутоэкология), рождаемость, смертность, миграции, внутривидовые отношения, межвидовые отношения, потоки энергии и круговороты веществ (синэкология).

Одним из важнейших понятий экологии является **среда обитания**. *Среда* — это совокупность факторов и элементов, воздействующих на организм в месте его обитания.

**Экологический фактор** — это элемент среды, оказывающий прямое влияние на живой организм, хотя бы на одной из стадий индивидуального развития. Все экологические факторы условно делятся на биотические, абиотические и антропогенные. **Биотические** факторы — это все возможные влияния, которые испытывает живой организм со стороны окружающих его живых существ. **Абиотические** — это все влияющие на организм элементы неживой природы (температура, свет, влажность, состав воздуха, воды, почвы и т. д.). Антропогенные — это факторы, связанные с воздействием человека на природную среду.

Согласно другой классификации различают первичные и вторичные периодические и непериодические факторы. К первичным относят температуру, изменения положения Земли по отношению к Солнцу, благодаря которым в эволюции возникла суточная, сезонная, годовая периодичность многих биологических процессов. Вторичные периоди-

ческие факторы являются производными первичных, например, уровень влажности зависит от температуры, поэтому в холодных областях планеты воздух содержит меньше водяных паров; непериодические факторы действуют на организм или популяцию внезапно, эпизодически. К ним относят стихийные силы природы — извержение вулканов, ураган, удар молнии, наводнение и др.

Любая особь, популяция, сообщество испытывают на себе действие многих факторов, но лишь некоторые из них являются жизненно важными. Такие факторы называются лимитирующими или **ограничивающими**. Отсутствие этих факторов или их концентрация выше или ниже критических уровней делает невозможным освоение среды особями определенного вида. В соответствии с этим, для каждого биологического вида существует оптимум фактора (величина, наиболее благоприятная для развития и существования) и пределы выносливости. Виды, переживающие значительные отклонения факторов от оптимальной величины, называются широкоприспособленными или эвритопными. Виды, способные пережить лишь незначительные отклонения экологических факторов от оптимальной величины, называются узкоприспособленными или стенотопными. Способность видов осваивать разные среды обитания характеризуется величиной **экологической валентности**. Для большинства видов экологический оптимум ограничен. Сохранение должного уровня биологической активности, несмотря на колебания интенсивности экологических факторов, обеспечивается гомеостатическими механизмами на уровне особи или популяции.

Как уже указывалось, экологические закономерности просматриваются на уровне особи, популяции особей, биоценоза (сообщества), биогеоценоза.

**Биогеоценоз** — это исторически сложившееся динамическое, устойчивое сообщество растений, животных, микроорганизмов, находящееся в постоянном взаимодействии и непосредственном контакте с компонентами атмосферы, гидросферы и литосферы. Биогеоценоз состоит из биотической (биоценоз) части и абиотической (экотоп), которые связаны непрерывным обменом веществ и представляют собой открытую систему (рис. 4).

Основной функцией биогеоценоза является обеспечение круговорота веществ и потоков энергии.

Биотическая часть биогеоценоза представлена биоценозом. **Любой биоценоз** представляет собой самоподдерживающуюся, саморегулирующуюся совокупность живых организмов, состоящую из определенного комплекса видов, в которой осуществляется круговорот веществ и энергии. Организмы в биоценозе образуют сообщества, которые отличаются тесной зависимостью друг от друга, чаще всего на основе пищевых связей, как средства получения энергии для жизни.

В основе пищевых (трофических) связей лежит наличие двух основных типов питания. **Аутотрофы** извлекают необходимые для жизни химические вещества из окружающей среды и при помощи солнечной энергии превращают их в органическое вещество. **Гетеротрофы** разлагают органическое вещество до углекислого газа, воды, минеральных солей и возвращают их в окружающую среду. Этим

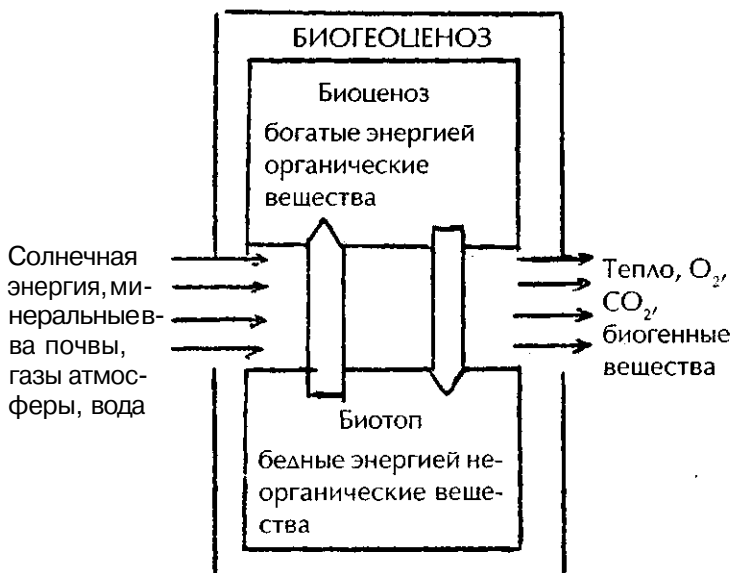


Рис. 4. Схема круговорота энергии и веществ в биогеоценозе [7]

обеспечивается круговорот веществ, который возник в процессе эволюции как необходимое условие существования жизни. При этом световая энергия Солнца трансформируется организмами в другие формы энергии — химическую, механическую, тепловую. Определенная часть энергии Солнца рассеивается в виде тепла. Деятельность и взаимоотношения всех живых существ в природе основываются на односторонне направленном потоке энергии и круговороте веществ.

Сообщество живых существ (биоценоз) вместе с его физической средой обитания, состоящей из набора неорганических веществ (биотоп) составляют



экосистему. Биогеоценоз является элементарной природной экосистемой. Совокупность всех экосистем Земли называется биосферой.

В структуре любого биогеоценоза различают следующие обязательные компоненты: 1) абиотические вещества среды; 2) аутоотрофные организмы — продуценты биотических органических веществ; 3) гетеротрофные организмы — консументы (потребители) готовых органических веществ первого и следующих порядков (растительные и плотоядные животные); 4) детритоядные организмы — деструкторы, разрушающие органическое вещество до простых минеральных соединений (микробы).

Важная роль в экономике биогеоценоза принадлежит цепям питания, которые составляют трофическую структуру и по которым осуществляется перенос энергии и круговорот веществ. Первичным источником энергии в цепи питания является солнечное излучение, энергия которого составляет  $4,6 \cdot 10^{26}$  Дж/с. Поверхности Земли достигает  $1/2000000$  часть этого количества энергии, из которых около 1—2% ассимилируется растениями. 30—70% поглощенной энергии используется растениями для обеспечения собственной жизнедеятельности и синтеза органических веществ. Энергия, накопленная в растительной биомассе, составляет чистую первичную продукцию биогеоценоза. Фитобиомасса используется в качестве источника энергии и материала для создания биомассы потребителей первого порядка и далее по пищевой цепи. Обычно продуктивность последующего трофического

уровня составляет не более 5—20% предыдущего. В целом, если суммарная биомасса всех организмов, обитающих на суше составляет примерно  $3 \cdot 10^{12}$  т, то на зообиомассу приходится лишь 1—3% этого количества, а масса живого вещества, приходящегося на людей, составляет около 0,0002% от суммарной массы живого вещества планеты. Это связано с тем, что объем энергии, необходимый для обеспечения жизнедеятельности увеличивается с повышением уровня морфофункциональной организации. Прогрессивное снижение ассимилированной энергии в цепях питания отражается в структуре экологических пирамид (рис. 5).

Так как даже в наиболее продуктивных сообществах в реакциях фотосинтеза используется всего 1—2% солнечной энергии, то они не дают достаточно продукции, чтобы прокормить растущее человечество. Обратные соотношения — относительно ма-



Рис. 5. Экологическая пирамида. Расчеты выполнены исходя из допущения, что человек потребляет в пищу только телятину, а телята — только люцерну [7]

лая биомасса и высокая первичная продуктивность — свойственны агробиоценозам, которые являются экономически выгодными. Однако без постоянного ухода и защиты со стороны человека они быстро сменяются малопродуктивными природными биогеоценозами.

Первичной ареной развития живого вещества на Земле была протобиосфера, охватывающая поверхностные слои гидросферы, часть литосферы. В ходе эволюции поверхность Земли приобрела главные черты своего современного биогеохимического облика, древняя протобиосфера постепенно сменилась современной биосферой.

### ***Адаптивные типы человека***

Одним из важнейших результатов действия природных факторов на человека как биологический вид на всем протяжении истории человечества, т. е. его эволюции, является экологическая дифференциация населения земного шара, подразделение его на адаптивные типы.

**Адаптивный тип** представляет собой норму биологической реакции на преобладающие условия обитания, обуславливающую наилучшую приспособленность к окружающей среде. Различают: адаптивный тип умеренного пояса, арктический адаптивный тип, тропический адаптивный тип, горный адаптивный тип.

Большая часть населения умеренного пояса проживает в промышленно развитых странах с большой долей городского населения, выявление биологических механизмов адаптации у них затруднено.

Арктическому типу свойственно сильное развитие костно-мышечного аппарата, большие размеры грудной клетки, высокий уровень гемоглобина, большое пространство, занимаемое костным мозгом, повышенная способность окислять жиры, устойчивые процессы обмена в условиях переохлаждения. Имеют особенности процессы терморегуляции. У местных жителей сильно падает температура тела, но обмен веществ почти не меняется, а у пришлого населения температура кожи не падает, но появляется сильная дрожь, т. к. усиливается обмен веществ и увеличивается потеря тепла через кожу.

Тропический регион отличается экстремальными количествами тепла и влаги, поэтому тропический адаптивный тип формировался под влиянием жаркого климата, рациона с низким содержанием животного белка, большого разнообразия экологических условий от района к району. Здесь наблюдается наибольшее разнообразие групп населения в расовом, этническом и экономическом отношениях. Именно здесь живут самые низкорослые и самые высокорослые племена. К характерным признакам тропического типа относятся удлиненная форма тела, сниженная мышечная масса, уменьшенный объем грудной клетки, большое количество потовых желез, низкий обмен веществ и т. д.

В высокогорье низкое атмосферное давление, холод, однообразие пищи. У горного адаптивного типа повышен основной обмен, увеличено количество эритроцитов, количество гемоглобина, расширена грудная клетка.

В любом случае, в различных зонах земного шара формировались человеческие популяции, генофонды

которых соответствуют местным условиям лучше, чем генофонд вида в целом. Наличие различных адаптивных типов свидетельствует о значительной экологической изменчивости человека, которая послужила причиной всемирного распространения людей.

Индивидуальные и групповые адаптации человека, в отличие от биологических адаптаций растений и животных, обеспечивают наряду с выживанием и воспроизведением потомства, выполнение социальных функций, важнейшей из которых является производительный труд. Мероприятия, направленные на оптимизацию условий жизни и трудовой деятельности, включают создание благоприятных и безопасных условий труда, создание и благоустройство жилищ, создание одежды, организацию питания и водоснабжения, рациональный режим труда и отдыха и т. д. Однако не следует забывать, что в основе всех форм адаптации лежат биологические механизмы, это необходимо учитывать при миграции людей в другие климатические зоны. Происходит так называемая акклиматизация людей к новым условиям обитания. Критерием акклиматизации для животных и растений является выживание, для людей — восстановление высокого уровня работоспособности. При акклиматизации происходят довольно сложные физиологические процессы — перестройка обмена веществ, процессов терморегуляции, дыхания, кровообращения и др. Например, у акклиматизированных в Заполярье людей на холоде тепловой поток с рук возрастает на 40%, тогда как с груди — на 19%, в связи с чем, благодаря высокой температуре, сохраняется должный уровень работоспособности рук.

На человеческие популяции все в большей мере воздействуют социальные факторы. Результатом их действия является закономерная смена, — в историческом развитии общества, — хозяйственно-культурных типов сообществ людей, которые образуются в сходных природно-ресурсных условиях.

В настоящее время в промышленно развитых странах в связи с НТР сложились хозяйственно-культурные типы с высокоразвитым товарным земледелием и животноводством.

Лишь в ограниченном числе регионов еще сохраняется, например, «присваивающий» тип с преобладанием экономической роли охоты, рыболовства, собирательства (пигмеи-охотники на территории Заира, племена аэта, кубу в лесах Юго-Восточной Азии, индейцы в бассейне Амазонки) [7].

### ***Антропоэкологические системы и здоровье***

Суть теории единства организма человека и окружающей среды отражена в известном высказывании И.М Сеченова о том, что «организм человека без внешней среды, поддерживающей его существование, немыслим». В этом плане задача экологии состоит в разработке мер по охране окружающей среды от разрушения и загрязнения. Загрязнениями условно принято считать те примеси к объектам окружающей среды (атмосфере, гидросфере, литосфере и биосфере в целом), которые обусловлены деятельностью человека.

В настоящее время развитие явлений «экологического кризиса биосферы», как всеобщего ухудше-

ния среды обитания человечества, ставящего под угрозу возможность сохранения нормальной жизни на Земле, заставило обратиться всерьез к экологии, экологическому образованию.

Экология, как наука, ранее занимавшаяся изучением видов, популяций и элементарных сообществ, перенесла центр внимания на всю совокупность живых организмов Земли и среду их обитания — биосферу. Совершенно ясно, что и человек, как всякое живое существо, является предметом экологии. Закономерности возникновения, существования и развития антропоэкологических систем изучает экология человека.

Антропоэкологические системы представляют собой сообщества людей, находящихся в динамической взаимосвязи со средой и использующие эти связи для удовлетворения своих потребностей. Антропоэкологические системы различаются в зависимости от численности и характера организации человеческих популяций. Большое значение в определении размера антропоэкологической системы имеют природные условия. Наиболее многочисленными современными человеческими популяциями, около 80%, обитают на 44% суши в области тропических лесов, саванн, а также в зоне умеренного пояса с кустарниковой растительностью и смешанными лесами. На засушливых землях, в пустынях на 18% суши размещено 4% населения.

В разных условиях существования человек занимает различные экологические ниши. **Экологическая ниша** — совокупность всех факторов и ресурсов среды, в пределах которой может существовать вид

в природе. Антропоэкологические системы отличаются от природных экосистем наличием в их составе человеческих сообществ, которым принадлежит доминирующая роль в развитии всей системы. Человек в среде обитания является объектом действия экологических факторов и сам является важным экологическим фактором. Отличительная черта человека, как экологического фактора, заключается в осознанности, целенаправленности и массивности воздействия на природу. Энергообеспеченность, техническая вооруженность людей создает предпосылки для заселения любых экологических ниш. Человечество — единственный вид, имеющий всесветное распространение, что превращает его в экологический фактор с глобальным влиянием.

Благодаря воздействию на главные компоненты биосферы, влияние человечества достигает самых отдаленных зон планеты. Например, ДДТ был обнаружен в печени тюленей и дельфинов, отловленных в Антарктиде, где ни один инсектицид никогда не применялся. Это, связано со способностью живых организмов к **биоаккумуляции**, то есть накоплению в тканях веществ, поступающих в окружающую среду. Различные организмы имеют определенный коэффициент биоаккумуляции. Коэффициент биоаккумуляции — это отношение концентрации вещества в организме к концентрации его в окружающей среде. Коэффициент биоаккумуляции составляет в среднем: для растений — 0,1; для насекомых — 0,3; для червей — 70; грызунов — до **100**; креветок — **1000**; устриц — **10000**; рыб — **100000**. Так, например, в озерах США установлено



наличие ДДТ в зоопланктоне в количестве 5 мг/кг, в мелких рыбах — до 10 мг/кг, в крупных рыбах — до 200 мг/кг. В организме птиц, питающихся рыбой, количество ДДТ составило 2500 мг/кг, что приводило к гибели птиц.

Понятие «**охрана природы**» регламентировано ГОСТом 170.01-76 и представляет собой систему мер, «направленных на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающих сохранение и восстановление природных богатств, предупреждающих прямое и косвенное влияние результатов деятельности человека и общества на природу и здоровье». Известно, что здоровье человека всего на **10—14%** зависит от качества здравоохранения и на **17—20%** определяется качеством окружающей среды, природно-климатическими условиями.

С философской и экономической точек зрения, главной причиной ухудшения экологической инфраструктуры среды обитания человека следует считать процессы резкого расхождения интересов технократических и «интересов» развития природы как первоосновы родовой сущности человека разумного. Кризис нравственности и культуры берет начало не в экономическом кризисе, а, прежде всего, в извращении экологической инфраструктуры общества [7].

В нынешних условиях развития общества на первое место выдвигаются не количественные показатели потребления экономических благ на душу населения, а качественные, и среди них важнейшее значение имеет показатель экологического благосостояния общества.

Среда обитания человека представляет собой сложное переплетение взаимодействующих естественных и антропогенных факторов. В этих условиях необходим **единый интегральный критерий качества среды**, с точки зрения ее пригодности для обитания человека. Согласно Уставу ВОЗ, с 1968 года таким критерием служит **состояние здоровья населения**.

Здоровье человека (индивида) — процесс сохранения и развития его психофизиологических функций, оптимальной работоспособности и социальной активности при максимальной продолжительности активной жизни. Здоровье популяции — процесс сохранения и развития биологической и психосоциальной жизнеспособности населения, проживающего на определенной территории, в ряду поколений.

Термин «здоровье» в данном случае используется в широком смысле, как показатель полного душевного и физического благополучия.

По данным Е.Д. Логачева [10] (1991) более половины людей в урбанизированных районах находятся в состоянии «предболезни». Это состояние имеет ряд существенных отличий как от здоровья, так и от болезни. Главным фактором в этом состоянии является антропоэкологическое напряжение и утомление, связанное с проблемой больших городов. По данным Госкомстата в 84 городах России с общей численностью населения 50 млн. человек фиксировались в течение последних лет уровни загрязнения атмосферы, превышающие ПДК по ряду веществ в 10 и более раз. Пробы воды из водоемов, используемых для питья, не отвечали требованиям по химическим показателям в 50%, по биологичес-

ким — в 20%. На территории России чрезвычайно неблагоприятная радиационная обстановка, список таких регионов пополнился к 1991 году 4-мя областями и 1 республикой. На 15% территории площадью 2,5 млн. км<sup>2</sup> население проживает в критической экологической ситуации.

Важную роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека выполняет оптимизация условий среды в антропоэкологических системах. Доминирующим фактором в них является сообщество людей и продукты его производственной и общественной деятельности. Важнейшими современными антропоэкологическими системами являются города, сельские поселения, транспортные коммуникации. Они характеризуются определенным сочетанием природных и хозяйственно-культурных условий; особенно заметны положительные и отрицательные черты антропоэкологических систем на примере городов.

Рост городов и связанные с этим процессы носят название урбанизации. Города появились всего около 7000 лет назад, к 1950 году в них проживало около 28%, а к 1970 г. — 40% населения планеты. В начале 21 века, по расчетам разных исследователей, ожидается дальнейшее возрастание доли городского населения от 56—62% до 70—90%. Сейчас более 1/5 горожан проживают в городах с числом жителей не менее 1 млн. В странах с большой плотностью населения происходит слияние соседних городов и образование мегаполисов — обширных территорий с высоким уровнем урбанизации.

Урбанизация в целом явление прогрессивное. Концентрация производства, научных, культурных учреждений, учебных заведений создает предпосылки роста общей культуры, улучшения быта, занятости людей, снабжения продовольствием, медицинского обслуживания. Вместе с тем, в городах наиболее выражены негативные изменения природной среды. Благодаря загрязнению воздуха аэрозолями, средняя годовая, месячная и суточная температура в городах на несколько градусов выше, чем на окружающей территории. Например, в Сан-Франциско температура воздуха на окраинах на 6—7° ниже, чем в центре. Возникают «острова жары», где смертность при температуре 35°С превысила ожидаемую на 2%, при температуре 37,5° на 75%, при температуре 40,6° — 200%. Задымленность воздуха снижает в городах интенсивность УФ-излучения солнца зимой на 50%, летом — на 5%. Длительность солнечного освещения снижается на 5—15%. Развивается так называемый «световой голод», который вызывает авитаминоз Д, сопровождающийся утомляемостью, ухудшением самочувствия, снижением работоспособности, сопротивляемости инфекционным заболеваниям.

Шум и вибрация на урбанизированных территориях оказывают мешающее действие, вызывают возбуждение ЦНС, нарушение сна, влияют на работоспособность. Например, уровень шума от обычных бытовых предметов составляет: 55—80 дБ от будильника, 70—90 дБ от электробритвы, 70 дБ от кофейной мельницы; транспортный шум составляет в среднем 70—80 дБ.

Высокая плотность, контактность населения способствуют быстрому распространению инфекционных заболеваний.

У жителей крупных городов наблюдается неблагоприятный сдвиг в характере питания. Повышается калорийность пищи, характерным является увеличение в рационе жиров, уменьшение количества овощей и молока.

Заметно уменьшение рождаемости на урбанизированных территориях. При сопоставимом уровне смертности в 80-х годах прирост населения в городах составил 5,9, а в сельской местности 8,9 человека на 1000 населения.

Таким образом, по некоторым показателям антропоэкологические системы приобретают признаки экстремальности. Решение задач устранения этих признаков является одним из важнейших вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности в антропоэкологических системах. При этом необходимо проведение фундаментальных исследований по изучению всех сторон жизни и деятельности различных слоев общества, изучению состояния здоровья и всех видов движения населения.

В настоящее время для характеристики состояния здоровья и безопасности жизнедеятельности населения принято использовать демографические показатели, показатели физического развития, заболеваемости, распространенности болезней и инвалидности населения.

На схеме (рис. 6) показана зависимость безопасности жизнедеятельности от социальных условий, которые приобретают практически главенствующую

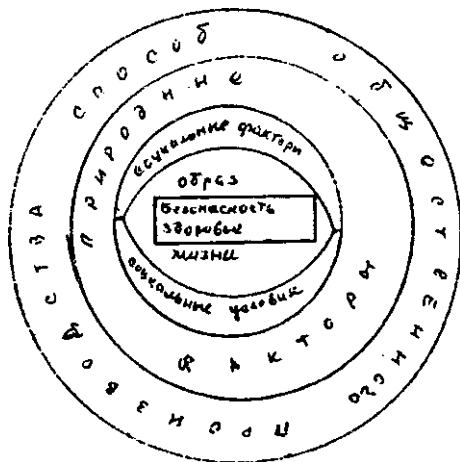


Рис. 6. Схема зависимости здоровья и безопасности от социальных и природных факторов [11]

роль на определенном этапе развития общества и обуславливают в значительной мере вышеперечисленные показатели.

Демографические исследования позволяют установить закономерности воспроизводства населения в его общественно-исторической обусловленности. Различают следующие виды движения населения: социальную мобильность (переход людей из одних социальных групп в другие); миграцию (перемещение людей через границы тех или иных территорий, связанное со сменой места жительства); естественное движение населения — смену поколений вследствие рождений и смертей. В настоящее время на территории нашей страны, в силу сложившейся социально-политической и экономической ситуации, имеют место практически в равной степени все виды движения населения.

Основными источниками данных о населении являются результаты переписи, текущая регистрация рождений, смертей, браков, разводов, миграций. Рождаемость и смертность являются важнейшими показателями состояния общества.

Особую актуальность приобретает постепенное и неуклонное снижение рождаемости, обусловленное нестабильностью социальной сферы жизни, снижением общего уровня материальной обеспеченности, расслоением общества и др. Снижение рождаемости, постепенное старение общества приводит к увеличению демографической нагрузки на работающую часть населения. В этих условиях чрезвычайно актуально сохранение здоровья работоспособной части населения, сохранение работоспособности в течение более продолжительного времени.

Создание безопасных условий труда, быта профилактика заболеваний обуславливают продление периода трудовой активности людей, сохранение трудового резерва и снижение расходов из средств социального страхования. В связи с этим представляется важным определение понятия «трудоспособность». На первом Международном совещании специалистов по врачебно-трудовой экспертизе (Бухарест, 1961 г.) под трудоспособностью предложено понимать такое состояние организма человека, при котором совокупность физических и духовных возможностей позволяет выполнять работу определенного объема и качества.

Под физическими возможностями подразумевают конкретное функциональное состояние организма, под

духовными — наличие профессиональных навыков и профессионального настроя в широком смысле этих понятий; объем и качество работы должны характеризоваться такими параметрами этих показателей, к которым человек полностью адаптирован. Выполнение работы в этих условиях не приносит ущерба здоровью и эффективно для производства.

Под нетрудоспособностью понимают состояние, обусловленное болезнью, травмой, их последствиями, когда выполнение работы невозможно полностью или в течение определенного времени. При этом болезнь и нетрудоспособность понятие неидентичные. При наличии болезни человек может оставаться трудоспособным, если выполнение работы не затруднено.

Одним из аспектов безопасности жизнедеятельности человека и общества в целом является необходимость оценки всех параметров трудового процесса: продолжительность рабочего дня, смена (ночная, дневная), энергозатраты и их распределение во времени, наличие профессиональных вредностей (пыли, загазованности, токсичных веществ, лучистой энергии, шума, вибрации и др.), неблагоприятных внешних факторов (высокая температура, сквозняки, повышенная влажность воздуха и др.), длительное сохранение вынужденного положения тела.

Состояние здоровья населения, «физическое и душевное» благополучие в значительной степени зависят от наличия и перераспределения генетической информации, которую вид накопил в процессе эволюции. В настоящее время в силу многих причин (особенности экологии городов, загрязнения окружающей среды мутагенами) 4—5% детей рождаются с наслед-



ственными нарушениями, 10—20% детской смертности связано с наследственной патологией, расходы общества только на содержание больных с болезнью Дауна равны затратам на борьбу с гриппом. Общее число наследственных болезней около 1500.

В этих условиях важное значение приобретает изучение генетических аспектов безопасности жизнедеятельности.

В последней четверти XIX века английский генетик Гальтон поставил вопрос о развитии науки — евгеники, означающей улучшение человеческого рода. Ее задачей являлось увеличение в генотипе человека количества полезных генов (генов гениальности, талантливости) и снижение доли вредных генов. Достичь этого предполагалось избирательным размножением одаренных людей и ограничением размножения асоциальных элементов, например преступников. Попытки воплощения евгенической идеи имели место в странах Западной Европы и Северной Америки. Были приняты законы об ограничении браков, деторождения, принудительной стерилизации. Эти законы вызвали бурный протест и были упразднены через 1—2 года. Концепция «расовой гигиены» использовалась нацистами в фашистской Германии. Евгенические программы дискредитировали генетику человека и затормозили ее развитие на долгие годы.

Современная медицинская генетика ориентируется прежде всего на профилактику наследственных болезней. Огромное значение в этом плане имеет генетическое образование населения. Изменения в генетическом аппарате могут возникнуть под влиянием множества факторов — химические вещества,

лучистая энергия, наркотики, алкоголь, курение и многие другие. В настоящее время считается, что любой фактор среды обитания может вызвать изменения в генетическом аппарате.

Наиболее эффективным методом решения этой проблемы является медико-генетическое консультирование. Медико-генетические консультации в нашей стране появились в 1967 году по приказу МЗ СССР. В 1969 году создан институт медицинской генетики. В г. Ростове-на-Дону в 1975 году создан генетический консультативный кабинет при областной клинической больнице и генетическая группа в НИИАП (институт акушерства и педиатрии). В задачи медико-генетического консультирования входит: повышение общей грамотности населения по вопросам наследственности; выявление и консультирование супружеских пар с повышенным риском рождения больного ребенка; разъяснение нежелательности близкородственных браков, поздних браков и деторождений; обнаружение носителей неблагоприятных аллелей (генов); разъяснение механизма влияния на наследственность алкоголя, наркотиков, табакокурения, предупреждение загрязнения окружающей среды мутагенными веществами и др. Забота о здоровье потомства является одним из важнейших аспектов обеспечения безопасности жизнедеятельности будущих поколений.

#### **1.6. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗАЕЙСТВИЕ НА ПРИРОНУЮ СРЕДУ**

Биосфера все более насыщается вредными для живых организмов веществами антропогенного про-

исхождения. Миллиарды тонн в год этих веществ выбрасываются в атмосферу, сбрасываются в водоемы, накапливаются в отходах. С воздушными потоками, речными и морскими течениями вредные вещества переносятся на большие расстояния через границы государств, создавая глобальную проблему загрязнения, наносят ущерб здоровью людей, природе, материальным ценностям.

На территории России 24 тысячи предприятий выбрасывают вредные вещества в атмосферу и водоемы. Более половины выбросов приходится на транспорт. Ежегодно в России улавливается и обезвреживается 76% от общего количества отходящих вредных веществ, 82% сбрасываемых сточных вод не подвергаются очистке.

Качество вод основных рек на территории России оценивается как неудовлетворительное. Реки Волга, Дон, сибирские реки загрязнены органическими веществами, соединениями азота, тяжелыми металлами, фенолом, нефтепродуктами.

Более четверти сельскохозяйственных угодий подвержены эрозии. Эрозия — это разрушение почвы водой и ветром, перемещение и переотложение продуктов разложения. Опасные размеры приобрели процессы заболачивания, засоления почв. Нуждаются в рекультивации 1,2 миллиона гектар земли, нарушенных при разработке полезных ископаемых, строительного-дорожных работах. Большой урон землям нанесли ядерные испытания, аварии на атомных станциях.

Особую опасность представляют неконтролируемые выбросы и сбросы вредных веществ в природ-

ную среду. По данным Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды только за июль 1994 года экстремально высокое загрязнение (превышение ПДК по ряду веществ в 100 и более раз) наблюдалось в 15 случаях на 8 водных объектах России. Так, в реке Белой в Башкирии концентрация ионов меди составила 300 ПДК, в реке Бляве в Оренбургской области 200 ПДК. Экстремально высокое загрязнение атмосферного воздуха (превышение максимально разовых ПДК за 20-минутный период наблюдений в 50 раз и более или среднесуточных ПДК в 50—49 раз) возникло, например, на станции Кинель. Произошла утечка из цистерны кислотного меланжа. В воздухе у населенного пункта была отмечена концентрация этилбензола 59 ПДК, ксилола 16,5 ПДК, хлористого водорода 8,1 ПДК.

Высокое загрязнение воздуха (превышение ПДК в 10 и более раз) отмечено 18 раз в 8 городах в течение месяца. Высокое загрязнение (превышение ПДК в 10—99 раз) зарегистрировано в 66 случаях на 57 водных объектах. В половине случаев высокое загрязнение наблюдалось в бассейне реки Волги с ее притоками Окой и Камой на территории шести областей азотом нитритным 10—30 ПДК, железом 2—8 ПДК, в Астраханской области — нефтепродуктами до 30 ПДК.

В это же время наблюдались случаи загрязнения почвы. Так, на железнодорожной станции Сызрань-1 при проведении маневренных работ была пробита цистерна, из которой вытекло на пути около 9 тонн бензина.

Деградация окружающей среды, прежде всего скаывается на состоянии здоровья и состоянии генетического фонда людей. Приоритет материальных потребностей находится в очевидном противоречии с ограниченностью природных ресурсов. Безудержное развитие энергетики привело к кризису развития цивилизации. Очевидной становится необходимость отказа от имеющего негативные или непрогнозируемые последствия вмешательства в тончайшие внутренние механизмы функционирования биосферы, которые выработывались миллиардами лет эволюции.

### ***Антропогенное загрязнение атмосферы***

Газовый состав атмосферы Земли обеспечивает условия для жизни и защищает все живое от жесткого облучения космической радиацией. Деятельность человека изменяет сложившееся в природе равновесие. Сильное загрязнение атмосферы происходит в больших городах: 90% веществ, загрязняющих атмосферу, составляют газы и 10% — твердые частицы.

Наиболее опасным результатом загрязнения являются смоги. Смог появляется при неподвижном воздухе, когда, с одной стороны, отсутствуют горизонтальные ветры, а с другой — распределение температуры по высоте атмосферы таково, что отсутствует вертикальное перемешивание атмосферных слоев. Перемешивание, или конвекция, воздуха в тропосфере происходит за счет того, что по мере движения вверх от земли через каждые 100 метров температура снижается на 0,6°C. На высоте 8—18 км изменение температуры меняет знак, то есть на-

ступает потепление. Такое явление называется инверсией. При определенных условиях инверсия температуры наблюдается уже в нижних слоях тропосферы и ведет к прекращению перемешивания воздуха выше уровня инверсии. Иногда в зимние месяцы можно наблюдать местонахождение инверсии между загрязненным нижним слоем воздуха и верхним прозрачным слоем.

Смоги бывают двух типов. Смог, называемый лондонским, наблюдается в туманную безветренную погоду. Весь дым не уносится ветром, а задерживается туманом и остается над городом, производя тяжелое действие на здоровье людей. В Лондоне в дни таких сильных смогов было отмечено повышение смертности. Замена твердого топлива газообразным значительно уменьшает задымление.

Второй тип смогов — фотохимический, появляется в больших южных городах в безветренную ясную погоду, когда скапливаются окислы азота, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей. Эти соединения под действием солнечного излучения проходят цепь химических превращений. Основными компонентами фотохимического смога являются: озон, двуокись азота  $\text{NO}_2$  и закись азота  $\text{N}_2\text{O}$ . Скапливаясь в больших количествах, эти вещества и продукты их распада под действием ультрафиолетового излучения вступают в химическую реакцию с находящимися в атмосфере углеводородами  $\text{C}_n\text{H}_n$ . В результате образуются химически активные органические вещества пероксилацилнитраты (ПАН), которые оказывают вредное влияние на организм человека: раздражают слизистую оболочку, ткани дыхательных путей и легких, эти соедине-

но

ния обесцвечивают зелень растений. Вредное воздействие на окружающую среду и организм человека оказывает избыток в смоге озона, обладающего сильными окислительными свойствами.

Углеводороды в смоге частично имеют естественное происхождение. Метан выделяется при разложении и гниении растений. Другие углеводороды выделяются в результате работы нефтеперегонных заводов, двигателей внутреннего сгорания.

На долю автотранспорта приходится до 50% общего объема атмосферных выбросов техногенного происхождения, в состав автомобильных выбросов входит более 170 токсичных компонентов. Вблизи дорог с высокой интенсивностью автомобильного движения наблюдаются более или менее отчетливые воздействия на почву, растения и животных.

Дизели представляют собой основной источник загрязнений углеводородами, в том числе канцерогенными циклическими углеводородами, которые содержатся в саже, выбрасываемой дизельными двигателями.

Загрязнение воздуха при работе двигателя автомобиля происходит за счет того, что продукты сгорания топлива выбрасываются из него прямо в воздух. Наиболее вредными из компонентов выхлопных газов являются окись углерода, углеводороды и окислы азота\* Согласно рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), концентрация СО в течение восьми часов не должна превышать 10 мг/м<sub>3</sub> [27], большие концентрации СО ведут к необратимым изменениям в организме. Опасная концентрация СО наблюдается на больших перекрестках в часы интенсивного движения авто-

транспорта. Молекулы окиси углерода соединяются с гемоглобином, который переносит кислород, возникает кислородное голодание. Его признаки — покраснение кожи, мышечная слабость. Предотвратить необратимые изменения в организме может только вдыхание кислорода, тем эффективнее, чем выше давление кислорода (для спасения людей в тяжелых случаях применяется барокамера).

Наряду с этими компонентами существенную роль играют примеси, действие которых проявляется при малых концентрациях. Такой примесью является тетраэтилсвинец, который используется в качестве присадки к бензину и служит для предотвращения детонации топлива в двигателе. Количество его по весу немногим менее 0,1%. Работающие двигатели автомобилей ежегодно выбрасывают в атмосферу около двух миллионов тонн свинца. В результате свинец появляется уже в овощах в количестве до 2 мг/кг. Установлено, что плоды деревьев, растущих в полосе до 50 метров возле автострады не следует употреблять в пищу. Избыток свинца в организме ведет к свинцовому отравлению, которое проявляется вначале в неврозах, бессоннице, утомляемости, затем в депрессиях, ухудшении умственных способностей. Соединения свинца обладают выраженным эмбрио- и гонадотропным действием.

Важным компонентом атмосферы является сера, которая входит в состав сульфатных аэрозолей, одного из наиболее распространенных видов аэрозолей в атмосфере. В глобальных масштабах выбросы  $SO_2$  составляют 160—180 млн тонн в год. Из них 90% приходится на сжигание минерального топлива и 10% на выбросы металлургических и химических предприятий. Под действием ультрафиоле-



тового излучения сернистый ангидрид превращается в серный ангидрид  $\text{SO}_3$ , который с атмосферным водяным паром образует сернистую кислоту. Сернистая кислота спонтанно превращается в серную кислоту, очень гигроскопичную, способную образовывать токсичный туман. ПДУ  $\text{SO}_2$  в воздухе составляет 100—150 мг/м<sup>3</sup> [27].

Очень опасными загрязнителями биосферы являются окислы азота. Ежегодно в атмосферу Земли поступает около 150 млн. тонн окислов азота, половина из которых выбрасывается тепловыми электростанциями и автомобилями, а другая половина образуется в результате процессов окисления, происходящих в биосфере. Сильно ухудшает видимость на улицах города перекись азота — газ желтого цвета, придающий коричневатый оттенок воздуху. Этот газ поглощает ультрафиолетовые лучи, производя фотохимическое загрязнение.

Окись азота при взаимодействии с кислородом воздуха образует двуокись азота, которая в результате реакции с атмосферным водяным паром (радикалом гидроксила воды) превращается в азотную кислоту. Двуокись азота  $\text{NO}_2$ , раздражает органы дыхания, вызывает кашель, при больших концентрациях — рвоту, головную боль.

Азотная кислота может долго оставаться в газообразном состоянии, так как она плохо конденсируется, и при больших концентрациях может вызвать отек легких.

Капли облаков конденсируются на частицах аэрозолей и молекулах серной и азотной кислоты. При выпадении осадков промывается слой атмосферы

между облаком и землей. Так образуются кислотные дожди. Их появление вызвано значительным накоплением окислов серы и азота в атмосфере.

Кислотные дожди подавляют биологическую продуктивность почв и водоемов, наносят значительный экономический ущерб. Кислотность осадков оценивается водородным показателем рН, равным отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода. Так, при изменении концентрации ионов от  $10^{-1}$  до  $10^{-14}$  рН принимает значения от 1 до 14. Концентрация ионов водорода в чистой дистиллированной воде при комнатной температуре равна  $10^{-7}$  моль/л, что соответствует рН=7 для нейтральной среды. В химии кислотами считаются растворы с рН меньше 5,6. Растворы с рН больше 5,6, относятся к щелочным. Кислотность дождей обусловлена, главным образом, присутствием серной и азотной кислот. При сильной кислотности осадков рН может быть ниже 4,0 и при слабой кислотности рН превышает 5,5. Кислотные аэрозольные частицы имеют небольшую скорость осаждения и могут переноситься в отдаленные районы на 100...1000 километров от источников загрязнений.

Кислотные дожди ведут к разрушению различных объектов и зданий, взаимодействуют с карбонатом кальция песчаников и известняка, превращая его в гипс, который вымывается дождями. Кислотные дожди вызывают активную коррозию металлических предметов и конструкций.

Под воздействием кислотных дождей изменяются биохимические свойства почвы, что ведет к заболеванию и гибели некоторых видов растений. Промышленные выбросы привели к возрастанию со-

держания тяжелых металлов в отдельных элементах биосферы в десятки и сотни раз. Тяжелые металлы поступают в атмосферу и возвращаются обратно с осадками и вследствие сухого осаждения. В результате изменения рН почвы и воды изменяется растворимость в них тяжелых металлов.

Загрязнителями атмосферы принято считать наиболее токсичные металлы, ПДК которых в воздухе менее 1 мг/м<sup>3</sup>. Это Be, V, Cd, Co, Mn, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Se, Ag, Sb, Cr, Zn. Источниками тяжелых металлов являются выбросы металлургических предприятий, предприятий вторичной переработки цветных металлов и стали, выбросы от сжигания угля, нефти, древесины, городских отходов, производства хлора, стекла, минеральных удобрений, цемента.

Кислотные дожди, взаимодействуя с тяжелыми металлами в почве, переводят их в легко усваиваемую растениями форму. Далее по пищевой цепи тяжелые металлы попадают в организмы рыб, животных и человека. До определенных пределов живые организмы защищены от прямого вредного воздействия кислотности, но накопление тяжелых металлов опасно. Так, алюминий, растворимый в кислотной среде, ядовит для живущих в почве микроорганизмов, ослабляет рост корней растений. Кислотные дожди, закисляя воды озер, ведут к гибели их обитателей. Очевидно, что содержание цинка и кадмия в свинине и говядине часто превышает допустимые уровни.

Попадая в организм человека, тяжелые металлы вызывают в нем изменения. Ионы тяжелых металлов легко связываются с белками (в том числе с ферментами), подавляя синтез макромолекул и в целом

обмен веществ в клетках. Так, например, кадмий накапливается в почках, поражает почки и нервную систему человека, при больших количествах приводит к тяжелым специфическим заболеваниям.

Сжигание горючих ископаемых и других видов топлива сопровождается выбросом углекислого газа в атмосферу. Увеличение количества углекислого газа в результате антропогенного воздействия ведет к изменению теплового баланса Земли. Углекислый газ пропускает падающее на Землю солнечное излучение, но поглощает отраженное от Земли длинноволновое инфракрасное излучение. Это приводит к нагреванию атмосферы. Загрязняющие примеси и пыль в атмосфере поглощают часть падающего на Землю излучения, что дополнительно повышает температуру атмосферы.

Нагретая атмосфера посылает дополнительный поток тепла на землю, поднимая ее температуру. Этот процесс называется парниковым по аналогии с парником, в который свободно проходит солнечное излучение в оптической части спектра, а инфракрасное излучение задерживается. По мере увеличения загрязнения атмосферы увеличивается температура поверхности земли. Особенно характерно проявление парникового эффекта в городах с промышленным производством — температура в центре оказывается на несколько градусов выше температуры в окрестностях города, особенно в безветренную погоду.

Основной источник атмосферной пыли — добыча и использование стройматериалов, металлургическая промышленность. В пыли много различных

минералов (гипс, асбест, кварц и др.), около 20% окиси железа, 15% силикатов, 5% сажи, окисей различных металлоидов. Поступление техногенных частиц в атмосферу Земли составляет ежегодно 500 млн тонн. Пыль создает экран для солнечной радиации, из-за загрязнений крупные города получают на 15% меньше солнечного света. Пыль в атмосфере ведет к появлению и обострению респираторных и легочных заболеваний.

Увеличение средней температуры атмосферы на несколько градусов за счет уменьшения ее прозрачности способно вызвать таяние ледников и повышение уровня моря. Это может сопровождаться затоплением плодородных земель в дельтах рек, изменением солености воды, а также глобальным изменением климата Земли.

Разрушительное действие оказывает антропогенное воздействие на атмосферный озон. Озон в стратосфере защищает все живое на Земле от вредного действия коротких волн солнечной радиации. Уменьшение содержания озона в атмосфере на 1% приводит к увеличению на 2% интенсивности падающего на поверхность Земли жесткого ультрафиолетового излучения, губительного для живых клеток.

Во время работы реактивных двигателей при сжигании топлива азот и кислород воздуха образуют небольшое количество окислов азота, которые выбрасываются в атмосферу вместе с продуктами сгорания. Если это происходит на небольших высотах, окислы азота возвращаются на землю с осадками. Если же окислы азота выбрасываются выше облаков, то они долго (порядка года) находятся в

атмосфере и принимают участие в разрушении озона. Оценки показывают, что ежедневное нахождение на высоте 17 километров примерно 300 сверхзвуковых самолетов ведет к уменьшению количества стратосферного озона на 1 %.

Наиболее сильное разрушение озона связано с производством фреонов  $CCl_2F_2$  и  $CCl_3F$  и др. Фреоны используются в качестве наполнителей аэрозолей, пенящей компоненты и в качестве рабочего вещества холодильников. При использовании баллончиков с аэрозолями, при утечке из холодильных резервуаров фреон попадает в атмосферу. Фреоны безвредны для человека, химически пассивны. Попадая в атмосферу, на высоте в несколько десятков километров фреоны под действием жесткого ультрафиолетового излучения Солнца разлагаются на составляющие компоненты. Одна из образующихся компонент — атомарный хлор — активно способствует разрушению озона, причем, молекула хлора действует как катализатор, оставаясь неизменной в десятках тысяч актов разрушения молекул озона. Время нахождения фреонов в стратосфере составляет несколько десятков лет. Проблема влияния фреонов на стратосферный озон приобрела международное значение, особенно в связи с образованием «озоновых дыр». Принята международная программа сокращения производства, использующего фреоны.

Иногда метеорологические условия способствуют накоплению вредных примесей у приземной поверхности. Ветер может дуть вдоль ряда источников примесей, при этом примеси суммируются. При

сильном ветре вредные примеси перемещаются и рассеиваются в более близких к земле слоях.

Наличие изотермических или инверсных слоев, уменьшающих вертикальный обмен в атмосфере, создает опасные метеорологические условия низких подинверсных выбросов. Выбросы выше инверсии способствуют переносу техногенных примесей на большие расстояния. Возрастает опасность значительного загрязнения удаленных территорий, Зимой создаются более благоприятные условия для накопления примесей и концентрации окислов азота в атмосфере выше, чем летом.

### **Антропогенное загрязнение гидросферы**

Под гидросферой понимают совокупность всех вод Земли, находящихся в твердом, жидком и газообразном состоянии. Больше всего на Земле жидкой воды, она образует Мировой океан.

Вода после атмосферного воздуха представляет второй по важности компонент биосферы, поддерживающий жизнь и оказывающий прямое влияние на здоровье человека. Вода присутствует во всей биосфере, в живых организмах ее содержится 80—90%. Из всех запасов воды на Земле 97,5% составляет соленая. Большая часть пресной воды связана ледниками. Запасы питьевой воды ограничены, поэтому сохранение качества чистой воды представляет жизненно важное значение для человечества.

В естественном состоянии в воде всегда содержатся растворенные газы и соли, взвешенные частицы, поэтому вкус воды разных источников раз-

личен. Минеральный баланс организма тесно связан с минеральным составом употребляемой воды и пищи, а свойства воды обусловлены геохимическими особенностями местности и деятельностью человека, изменяющей природный состав элементов биосферы. Так, недостаток или избыток в воде микроэлементов оказывает ощутимое влияние на жизнедеятельность организма человека, микроэлементы обладают высокой биологической активностью, участвуют в обмене веществ, входят в состав гормонов и витаминов. Жесткая вода содержит много кальция, оказывает негативное влияние на работу почек и желудка. Оптимальное содержание кальция в воде рекомендуется на уровне 50—75 мг/л, но не ниже 25 мг/л [12]. Мягкая вода содержит мало кальция, магния, ванадия, выполняющих защитные функции в отношении сердечно-сосудистой системы. Повышенное содержание хлоридов в воде способствует развитию гипертонической болезни.

Определены санитарные нормативы предельного содержания различных веществ в питьевой воде, превышение их может принести вред здоровью человека при постоянном употреблении такой воды. Поэтому качество питьевой воды находится под постоянным контролем.

Основными потребителями пресной воды являются промышленность и сельское хозяйство, увеличивается расход воды на коммунально-бытовые нужды. В среднем на каждого городского жителя приходится 470 тонн воды в год. Постоянный круговорот воды в природе обеспечивает ее запас, однако часть используемой воды утрачивается безвозвратно.



Потребляя чистую воду человек возвращает ее в виде стоков. Загрязнение поверхности вод — это изменение состава или свойств вод, вызванное прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и бытовыми условиями, в результате чего они становятся непригодными для пользования. Природное загрязнение происходит весной, когда с талыми водами в водоемы поступают растительные остатки, мусор, вымываемые из почвы вещества. Загрязнение несут стоки с полей и городских улиц во время дождей и оттепелей, осадки из атмосферных.

Химический состав воды различных водоемов во многом зависит от состава почвы, характера и степени загрязнения ее и атмосферного воздуха в данном регионе. Специфическими для водоемов источниками загрязнения являются сточные воды. Шлейф водных загрязнений от больших городов распространяется по природным водотокам на десятки и сотни километров и может отравлять источники питьевой воды, расположенные ниже по течению от места выхода сточных вод.

Со сточными водами предприятий по переработке нефти, природного газа, предприятий цветной металлургии в водоемы поступают вредные вещества. Сточные воды металлообрабатывающих производств, использующих различные смазочные материалы, охлаждающие жидкости, содержат токсичные вещества, как и воды с полей, загрязненных пестицидами. Стоки сельскохозяйственных ферм содержат большое количество аммиака, окислов азота, биологических веществ. Бытовые стоки с отходами моющих средств несут фосфаты. Стоки хи-

мических производств выносят в водоемы различные поверхностно-активные вещества, формальдегид, который хорошо растворим в воде и, реагируя с кислотами, образует вредные для организма человека соединения.

Хлоросодержащие углеводороды, используемые в антисептиках, фунгицидах, клеях, красителях, типографской краске, консервантах древесины, попадают в сточные воды и выделяют токсичные вещества. Часто в таких случаях обнаруживается побочный продукт — диоксин. Образуется диоксин также при одновременном попадании в водоемы хлоридов и фенола. Отмечены массовые отравления людей в результате превышения ПДК диоксина в сотни тысяч раз. Диоксин, образовавшись, практически не выводится из почвы и водной системы. Он чрезвычайно токсичен для человека и животных даже при очень низких содержаниях. В организме диоксин вызывает повреждение печени, угнетение иммунной системы, а также мутагенные, канцерогенные и другие токсические эффекты. Механизм токсического действия диоксина пока еще до конца не выяснен. Это универсальный клеточный яд с ПДК, равной  $1 \cdot 10^{-9}$  мг на килограмм веса человека, то есть безопасной дозы диоксина практически не существует.

Диоксин накапливается в почве, растениях, рыбе, тканях животных и в организме человека, усиливает воздействие на человека других химических вредных веществ и радиации. Существует более 200 соединений диоксинной группы с различной степенью ядовитости — дебензодиоксин, дебензофураны и др.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды диоксином необходим переход на бесхлорную технологию отбеливания бумаги, очистки воды, использование для топлива неэтилированного бензина.

Результатом загрязнения природной воды антропогенными воздействиями является:

— повышение содержания солей, поступающих со сточными водами, из атмосферы и за счет смыва твердых отходов;

— повышение содержания ионов тяжелых металлов, прежде всего свинца, кадмия, ртути, мышьяка и цинка, а также содержания фосфатов, нитратов и др.;

— повышение содержания биологически стойких органических соединений: поверхностно-активных веществ, пестицидов, продуктов распада и других токсичных, канцерогенных, мутагенных веществ;

— загрязнение поверхности воды нефтепродуктами от стоков и водного транспорта (1 кг нефти может загрязнить 1 га поверхности воды и погубить 100 млн личинок рыб);

— снижение содержания кислорода из-за загрязнения поверхности, сокращающего доступ кислорода из атмосферы;

— снижение прозрачности воды, в результате чего в загрязненных водоемах создаются условия для размножения вирусов и бактерий, возбудителей инфекционных заболеваний;

— тепловое загрязнение водоемов горячими стоками, в результате чего создаются зоны с температурой на 8—12 °С зимой и до 50 °С летом выше, чем во всем водоеме;

— загрязнение радиоактивными изотопами химических элементов.

Бытовые, производственные, сельскохозяйственные, а также дождевые стоки часто вызывают эвтрофикацию — обогащение воды. В результате избыточного поступления в водоемы минеральных фосфатов и азотных веществ появляется «цветение воды», ухудшаются физико-химические свойства, вода делается мутной, зеленой с неприятным привкусом и запахом. Создаются условия для буйного роста водорослей. Такой же рост наблюдается и при тепловом загрязнении. Отмирающие части водорослей и органические загрязнения разлагаются до простейших соединений, продукты распада поглощают кислород воды и некоторые из них токсичны. Токсичные вещества выделяются при жизнедеятельности некоторых водорослей. При разложении образуется метан, сероводород и другие вредные для живых организмов соединения. В результате эвтрофикации могут возникать заморы рыбы и других обитателей водоемов (для жизнедеятельности рыб содержание кислорода в воде должно быть не менее  $4 \text{ см}^3/\text{м}^3$ ). При использовании некачественной цветущей воды, без предварительного ее кипячения населением возможны вспышки желудочно-кишечных заболеваний, отравление скота и птицы.

Источниками антропогенного загрязнения гидросферы радиоактивными веществами являются атмосферный перенос, речные стоки с материков в океаны, ядерные испытания на островах. При этом основные поступления радиоактивного загрязнения идут от:

- испытании ядерного оружия,
- радиоактивных отходов, твердых и жидких, сбрасываемых в море;
- аварий, в результате которых радиоактивные вещества попадают в моря и океаны (Чернобыльская авария, аварии судовых и космических ядерных установок).

Радиоактивные вещества вовлекаются морскими организмами в круговорот веществ. Радионуклиды переходят по пищевой цепи, концентрируются в морских организмах высших трофических уровней, создавая прямую угрозу как для них, так и для людей, вопреки мнению о безопасном разбавлении радиоактивных веществ в океане.

### *Антропогенное воздействие на почву и литосферу*

Почва — это верхний слой литосферы, образовавшийся из минеральных соединений под влиянием растений, животных, микроорганизмов и климата. Поверхностные слои почвы содержат много остатков растений и животных, разложение которых ведет к образованию гумуса. Гумус — органическая часть почвы, образующаяся в результате биохимических превращений растительных и животных остатков. В гумусе содержатся основные элементы питания растений, которые под воздействием микроорганизмов становятся доступными для растений, количество гумуса определяет плодородие почвы и зависит от деятельности почвенных микроорганизмов и других существ, перерабатыва-

ющих все органические остатки. Структура, химический состав, влажность почвы имеют важное значение для **плодородия почвы** и обеспечения людей полноценными экологически безвредными продуктами питания.

В результате деятельности человека появились факторы прямого или косвенного разрушительного воздействия на почву. Ежегодное потребление минерального сырья составляет около 100 млрд. тонн, в результате землю изрезали рудники, шахты, впадины на месте открытых разработок. Срыты природные горы, на месте плодородных земель появились терриконы и отвалы отходов добычи полезных ископаемых. Уничтожают почву транспортные магистрали, строительство сооружений и жилья. Уничтожение лесов ведет к эрозии почвы, размыванию оврагов, выдуванию плодородного слоя. Искусственные водохранилища поглотили большие площади пахотной земли, в ряде мест вызвали заболачивание.

Загрязнение земель свалками, выбросами газа и нефти, кислотными дождями, пестицидами и минеральными удобрениями ведет к деградации почв, снижению плодородия. К сильнозагрязненным относят почвы, содержание загрязнений в которых в несколько раз превышает ПДК, имеющие под воздействием загрязнений низкую биологическую продуктивность, существенное изменение физико-механических, химических и биологических характеристик, в результате чего содержание химических веществ в выращиваемых культурах превышает установленные нормы. К слабозагрязненным относят почвы, в которых установлено пре-

вышение ПДК веществ без видимых изменений в составах почв.

Загрязняющие почву химические элементы и их соединения создают кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия в почве, ухудшающие ее качество и плодородие. Такое действие производят кислотные дожди, чистящие средства, попадающие с отходами в почву. Соль, посыпаемая на дорогах в гололед, проникает в почву к корням растений и ведет к гибели деревьев.

Биохимически активные вещества воздействуют на микрофлору, растения и животных, населяющих почву. В частности, фунгициды, применяемые для борьбы с болезнями сельскохозяйственных растений, ведут к уменьшению количества дождевых червей.

Ряд веществ находится в почве в формах, способствующих их миграции в атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды. Примерами таких веществ являются мышьяк, кадмий, свинец и другие тяжелые металлы. Несмотря на ограничение с 1970 года применения хлорорганического инсектицида (ядохимиката для борьбы с насекомыми) ДДТ, сильнейшего токсиканта в окружающей среде, сейчас в биологическом круговороте находится около миллиона тонн ДДТ. ДДТ появляется в молоке, в тканях рыб, птиц, а следовательно, в продуктах питания.

Основным источником азотного питания растений являются **нитраты**. Нитраты существовали всегда в различных элементах биосферы. Применение азотных удобрений ведет к накоплению нитратов в зеленой массе, загрязнению водоемов, грунтовых вод,

атмосферы. Устойчивое загрязнение биосферы нитратами производят химические предприятия и навозные стоки сельскохозяйственных предприятий. Возрастание поступления в окружающую среду нитратов в течение последних десятилетий ведет к целому ряду нежелательных экологических последствий.

Растительные клетки и ткани обладают большой емкостью накопления нитратов. Потребление сельскохозяйственными животными кормов с высоким содержанием нитратов ведет к хроническим интоксикациям, сопровождающимся снижением качества молочной продукции, ослаблением защитных сил молодняка, снижением воспроизводства и т. п. Снижается пищевая ценность овощей из-за уменьшения содержания витаминов, незаменимых аминокислот, изменения состава микроэлементов.

Основной источник поступления нитратов в организм человека — растительные продукты. Из-за чрезмерного поступления нитратов возрастает количество холестерина в крови, снижается устойчивость организма к воздействию мутагенных и канцерогенных веществ. Наиболее чувствительны к действию нитратов дети, беременные женщины, пожилые люди, люди с ослабленным здоровьем.

С 1988 года установлены временные предельные нормы содержания нитратов в овощной продукции. Для взрослого человека допустимая суточная доза нитратов не более 300—325 мг, для детей 5 мг на один килограмм массы тела.

Необратимый вред почвам наносят свалки промышленных и бытовых отходов, В результате



модействия, горения, действия атмосферных осадков из отходов выделяются и вымываются в почву самые разнообразные вредные вещества, при их взаимодействии образуются еще более сильные яды, отравляющие почву, атмосферу и подземные воды. Важной задачей, в связи с этим становится переработка, обезвреживание, утилизация отходов, либо захоронение их в специально отведенных местах. При этом захоронение отходов должно производиться таким образом, чтобы разные виды отходов не смешивались: отдельно-токсичные промышленные отходы, радиоактивные отходы, бытовые отходы, нетоксичные промышленные отходы.

Негативное антропогенное воздействие на почву проявляется также в несовершенстве технологии земледелия. Технология пахоты часто ведет к эрозии плодородного слоя, орошение может сопровождаться засолением почв, а выпасы скота — деградацией травяного покрова и появлением условий для эрозии. Современные сорта растений слабо усваивают питательные вещества удобрений. Ввиду широкомасштабной деградации природной среды встала задача экологизации земледелия и повышения биологического разнообразия в агроэкосистемах, что должно снизить негативное антропогенное воздействие на почвы, повысить их плодородие.

Большое значение для восстановления нарушенных земель имеет рекультивация. **Рекультивация** земель — это комплекс работ, направленных на воспроизводство и улучшение всего нарушенного природно-территориального комплекса в целом. Первый этап — это подготовка территории, пла-

нировка отвалов, покрытие плодородными грунтами. Второй этап — восстановление плодородия нарушенных земель и восстановление ландшафтов.

### **1.7. РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ**

Региональный комплекс негативных факторов обусловлен действием всех источников загрязнения региона, проанализирован на примере Ростовской области за период с 1990 по 1994 год (5 лет).

По данным санитарной службы основными источниками загрязнения окружающей среды в Ростовской области являются химическая и металлургическая промышленность, сосредоточенная в основном в Новочеркасске, Таганроге, Красном Сулине, Каменске, Ростове. Учет данных промышленных предприятий о ежегодном накоплении токсичных не утилизируемых отходов и сведений сельскохозяйственных предприятий о применении пестицидов позволяет выявить зоны загрязнения почв, водоемов, продуктов питания. Анализ пространственного расположения зон загрязнения показывает, что на одних участках загрязнения атмосферного воздуха, почв и воды совпадают, создавая повышенную экологическую опасность, на других — загрязнение преобладает в одной или нескольких средах.

Для комплексной оценки состояния природной среды региона, учитывающей загрязнение всех участков биосферы, в Северо-Кавказском научном центре высшей школы и Ростовском университете была разработана специальная методика оценки и состав-

лена первая эколого-геохимическая карта Ростовской области.

Комплексная оценка экологической обстановки в городах Ростовской области по данным Государственного доклада «О состоянии окружающей и природной среды в 1994 г.» представлена в таблице 10 [13].

Анализ комплекса негативных факторов позволил выделить районы с неопасной, допустимой, умеренно опасной, опасной и чрезвычайно опасной экологической ситуацией. Зоны чрезвычайной опасности установлены в центральных районах области и промышленных зонах городов Ростова и Новочеркасска, где чрезвычайно высокий уровень загрязнения преобладает в большинстве сред. В атмосферном воздухе этих городов значительно повышены содержание бензапирена — от 5 до 13 ПДК, формальдегида от 4 до 5 ПДК, диоксида азота и пыли до 2 ПДК. В атмосферных осадках концентрация свинца, кобальта, хрома превышают фоновые значения в 100—400 раз, цинка, меди, олова, ванадия — в 10—80 раз. Почвы имеют чрезвычайно высокий уровень загрязнения. В почвах города Ростова концентрация свинца, цинка, меди выше фоновых в 10—30 раз. Вода в реках Темерник, Дон, Аксай, Тузлов — очень грязная. Концентрация сульфатов и нефтепродуктов в ней составляет 3—5 ПДК, фенолов и органического вещества 2—3 ПДК, меди и цинка 2—3 ПДК.

Районы с высокой экологической опасностью занимают территории Ростова, Новочеркасска, Каменска и прилегающие к ним сельскохозяйственные зем-

Таблица 10

Город	Преобладающий уровень загрязнения отдельных сред			Преобладающий уровень экологической опасности
	атмосфера	почва	водные ресурсы	
Ростов н/Д	высокий, чрезвычайно высокий	опасный, чрезвычайно опасный	очень грязный	высоко опасный, чрезвычайно опасный
Новочеркасск	высокий, чрезвычайно высокий	опасный	очень грязный	высоко опасный, чрезвычайно опасный
Волгодонск	повышенный, высокий	опасный, умеренно опасный	слабо загрязненный	опасный, умеренно опасный
Каменск	слабый, повышенный	опасный	очень грязный	опасный
Красный Сулин	слабый	умеренно опасный	очень грязный	опасный
Шахты	повышенный	умеренно опасный	очень грязный	опасный

ли, зоны влияния Новочеркасской ГРЭС на расстоянии до 3-х км от станции. Эти районы характеризуются высоким и чрезвычайно высоким уровнем загрязнения почв, водных ресурсов, в которых концентрация загрязняющих веществ в большинстве случаев составляет 3–5 ПДК, а иногда и до 10 ПДК.

Районы с опасной экологической обстановкой захватывают Волгодонск, Шахты, Красный Сулин, сельскохозяйственные земли вокруг них и прилегающие к городам Ростову, Новочеркасску и к Новочеркасской ГРЭС. В атмосфере этих районов концентрация пыли, диоксида азота равны 1–2 ПДК. В почвах установлено высокое содержание свинца, цинка, меди, кобальта. В водных объектах

выше установленных нормативов обнаружены сульфаты, соединения азота, нефтепродукты, тяжелые металлы.

Районы с умеренно опасной экологической обстановкой расположены в юго-западной части территории Ростовской области и характеризуются в основном повышенным и высоким загрязнением водных объектов. Содержание загрязняющих веществ в почве и атмосфере не превышает установленных нормативов.

Допустимая и неопасная экологическая ситуация регистрируется в северных и восточных сельскохозяйственных районах Ростовской области. Здесь загрязнены малые реки, в воде которых повышено содержание сульфатов, органического вещества, нефтепродуктов в среднем до 2—3 ПДК.

Основные предприятия-загрязнители окружающей среды по Ростовской области представлены в таблице 11.

Динамика загрязнений от автотранспорта представлена в таблице 12, где четко просматривается нарастание уровня загрязнений. Выбросы оксидов серы, сажи и свинца в 1992 и 1993 гг. не учитывались.

Объем выбросов от предприятий по основным городам и в целом по Ростовской области представлены в таблице 13 с 1990 по 1994 г. в тыс. тонн.

Региональные комплексы негативных факторов являются одной из причин экологического и демографического кризиса в регионах.

Имеющиеся данные по **демографической обстановке** в Ростовской области в 1994 году показательны при оценке экологической ситуации.

## Основные предприятия-загрязнители

Таблица 11

№№ п/п	Предприятие	Населенный пункт	Валовый выброс загрязняющих веществ, т/год				
			1990	1991	1992	1993	1994
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ТЭЦ-2	Ростов-на-Дону	11304,932	14599,350	13649,635	8500,000	4560,301
2.	АО «Ростсельмаш»	—"	9631,004	8426,546	6963,018	6977,400	3173,545
3.	АО «Эмпилс»	—"	2628,405	2182,912	1605,963	1062,600	237,307
4.	АО «Ростовмебель»	—"	496,497	415,171	372,290	269,883	91,029
5.	АО «Донгилс»	—"	230,000	225,289	162,509	58,236	98,982
6.	З-д легких наполнителей	—"	716,510	90,392	428,275	28,781	136,059
7.	Ростовское кожобъединение	—"	69,442	44,701	44,169	78,522	24,622
8.	СДРСУ-1	—"	980,210	573,627	512,937	100,682	143,544
9.	РВПП «Роствертол»	—"	1085,747	1076,757	883,821	619,811	555,034
10.	АО «Красный Аисай»	—"	1290,225	1187,075	1005,876	667,700	—
11.	Новочеркасская ГРЭС	Новочеркасск	211321,000	226306,355	256470,208	236108,000	249664,373
12.	АО «Новочеркацкий электродный завод»	—"	19644,702	18528,662	11040,342	8467,900	4461,400
13.	Новочеркацкий завод синтетических продуктов	—"	2126,630	1795,706	1532,000	1020,900	611,713
14.	НПО «Новочеркацкий электровозостроительный завод»	—"	1588,986	1588,986	815,691	286,900	439,702
15.	ПО «Магнит»	—"	305,255	271,889	184,092	123,568	90,987
16.	З-д им. Никольского	—"	276,219	162,797	145,280	66,415	51,943
17.	Завод «Нефтемаш»	—"	272,931	124,649	149,528	33,099	47,674

1	2	3	4	5	6	7	8
18.	АО «Таганрогский металлургический завод»	Таганрог	19898,316	19152,656	19031,877	17622,300	9687,405
19.	АО «Красный котельщик»	— " —	610,933	645,481	541,127	608,500	424,034
20.	АО «Таганрогский комбайновый завод»	— " —	4564,664	4561,592	2558,124	1834,400	733,153
21.	Таганрогское авиационное АО (ТАВИА)	— " —	881,624	732,1249	410,323	238,400	184,259
22.	АО «Донпрессмаш»	Азов	1399,412	3116,951	843,687	398,640	298,186
23.	АО «Кузнечно-прессовых автоматов»	— " —	434,009	399,604	296,411	193,273	86,819
24.	ПО «Химволокно»	Каменск-Шахтинск	2332,481	2287,102	2031,086	1658,100	690,321
25.	Каменская ТЭЦ	— " —	14664,457	13222,032	13360,826	2464,200	487,939
26.	Машзавод	— " —	213,728	553,467	432,038	338,293	441,021
27.	Химкомбинат «Россия»	— " —	2571,974	1916,112	1703,028	1334,900	937,677
28.	АО «Калитвасельмаш»	Белая Калитва	581,733	642,139	551,182	375,900	249,593
29.	АО «Металлургический завод»	— " —	841,600	1001,208	734,078	631,400	452,265
30.	Несветай ГРЭС	Красный Сулин	31727,713	17423,312	17819,594	13228,600	11295,658
31.	АО «Красносулинский металлургический завод»	— " —	3321,150	3318,736	2628,978	2200,600	1372,484
32.	Шахтинская ТЭЦ	Шахты	2135,815	923,500	573,498	294,000	191,360
33.	АО «Ростовуголь»	— " —	19411,700	—	17169,800	15773,700	15799,195
34.	АО «Луковуголь»	Луково	14922,124	10184,708	9845,655	8674,000	5673,000
35.	АО «Комбинат древесных плит»	Волгодонск	956,862	1316,458	1029,000	925,800	633,721
36.	Волгодонская ТЭЦ-2	— " —	27974,696	28622,465	28223,360	23449,100	15210,887
37.	АО «Волгодонский химзавод»	— " —	12607,802	11590,835	8890,000	6732,400	3088,950
38.	АО «Атоммаш»	— " —	281,285	306,488	182,000	119,700	83,243

Численность населения составила в 1994 г. — 4 401,3 тыс., в том числе городского — 2 994,3 тыс. (68,0%) и сельского — 1 407,0 тыс. (32%). По сравнению с 1993 годом население области увеличилось на 0,4% (18,3 тыс.), рост численности идет за счет увеличения сельского населения при снижении городского.

Возрастная структура имеет стационарный тип: доля лиц трудоспособного возраста — 56,1%, дети от 0 до 15 лет — 22,4%, старше трудоспособного возраста — 21,5%.

Доля пожилых ежегодно растет, а доля детей постоянно сокращается. За указанные пять лет доля лиц старше трудоспособного возраста увеличилась на 1,2% , в то время как численность молодежи сократилась на 0,5%.

Продолжается рост демографической нагрузки на трудоспособное население: в 1993 году на 1000 трудоспособных приходилось 783 нетрудоспособных, а в 1989 году соответственно 759 на 1000; в среднем по России этот показатель — 765. Увеличение идет за счет пенсионной нагрузки при снижении коэффициента замещаемости.

Самый высокий коэффициент демографической нагрузки у женщин села и самый низкий — у мужчин города.

С 1991 года в Ростовской области наблюдается депопуляция населения. В 1993 году число родившихся было меньше числа умерших на 24,4 тыс.

Рождаемость в 1995 году в целом по области составила 9,2 на 1000 человек населения, в городской местности на 10% меньше. С 1989 года в области растет уровень смертности населения.



Таблица 12

## Объем выбросов от автотранспорта

Выбросы в-в в тыс. тонн	·1992г.	1993г.	1994г.
оксида углерода	407,418	408,840	411,555
оксидов азота	35,582	35,807	32,597
углеводородов	65,204	65,613	69,359
оксидов серы	—	—	2,043
сажи	—	—	4,414
свинца	—	—	0,736

Таблица 13

## Объем выбросов от предприятий

№ п/п	города	1990	1991	1992	1993	1994
1	Ростов-на-Дону	44,997	45,042	38,809	30,228	20,438
2	Азов	4,341	5,295	3,282	2,563	1,603
3	Батайск	5,355	4,823	2,422	2,581	1,179
4	Белая Калитва	4,071	5,550	3,970	8,064	5,941
5	Волгодонск	45,849	45,314	41,039	34,222	23,691
6	Гуково	14,400	9,768	9,254	10,106	6,714
7	Донецк	4,145	3,343	3,153	2,159	1,874
8	Каменск-Шахтинский	23,636	21,742	21,170	10,165	4,984
9	Красный Сулин	36,208	22,016	22,556	17,328	15,491
10	Миллерово	4,464	5,449	2,952	4,096	2,792
11	Новочеркасск	239,216	252,054	272,850	248,643	257,118
12	Новошахтинск	6,682	6,566	6,444	5,621	5,025
13	Сальск	3,590	3,967	3,753	2,701	2,498
14	Таганрог	29,470	29,057	25,312	23,219	13,465
15	Шахты	14,734	13,184	11,066	5,564	5,687
16	Ростовская область	543,871	522,481	510,411	455,721	402,814

Смертность в 1995 году составила 15,9 на 1000 человек населения, что почти на 34% выше, чем в 1989 году. Самая высокая смертность отмечалась в городах Шахты, Новошахтинске, Миллерово, в районах: Красносулинском, Белокалитвенском, Верхнедонском, Усть-Донецком, Шолоховском, Миллеровском, Тарасовском.

Динамика демографических показателей по области на тысячу населения представлена в таблице 14.

Основные причины смерти: сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) — 56%, новообразования (опухоли) — 14%, несчастные случаи — 9,6%. С 1989 года до 1993 г. смертность от несчастных случаев, отравлений и травм увеличилась вдвое.

Показательными являются данные детской смертности до года по Ростовской области за 1993 год. При общей детской смертности до года по области 21,5 на тысячу родившихся:

- в Новочеркасске — 29,6
- в Гуково — 35,0
- в Донецке — 26,8
- в Каменске-Шахтинском — 25,4
- в Ростове — 24,5

Общая заболеваемость детского населения в 1992 году составила 1985,2 случаев на тысячу населения; дети до 14 лет болели чаще — 2157,3 случаев на тыс. населения. Индекс здоровья детей и подростков составляет: в детских дошкольных учреждениях — 25,6%, в школах — 33%, у допризывников — 45,9%.

Растет смертность населения в трудоспособном возрасте. За представленные пять лет в целом по области она увеличилась на 42%.

Таблица 14

Показатели	Г О Д Ы						
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
родившихся	13,6	12,5	11,8	10,7	9,5	9,6	9,2
умерших	11,8	12,45	12,7	13,1	15,0	15,5	15,8
естественный прирост	1,8	0,05	-0,9	-2,4	-5,5	-5,9	-6,6
браков	9,5	9,1	9,1	7,2	7,9	—	7,5
разводов	4,5	3,9	4,4	4,6	4,6	—	4,6
детская (младенческая) смертность	18,6	17,5	19,5	18,6	21,5	20,2	18,9

Ведущие причины смерти: сердечно-сосудистые заболевания — до 30% и несчастные случаи — до 29,4%. В области среди умерших каждый 4-й трудоспособный, а среди мужчин — каждый 2—3-й. Смертность мужчин в трудоспособном возрасте в 4 раза превышает смертность женщин; в том числе от болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения, несчастных случаев мужчин умерло в 6 раз больше, чем женщин. Доля мужчин, умерших от туберкулеза — 90,1%. Если в дальнейшем сохранится сегодняшний возрастной и половой состав смертности, то из нынешнего поколения родившихся мальчиков 40—50% не доживут до пенсионного возраста.

По прогнозам специалистов городское население будет уменьшаться, а сельское расти. В структуре увеличится доля лиц пенсионного возраста, снизится возрастная группа от 0 до 15 лет, т. е. динамика населения носит регрессивный тип.

### **1.8. СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ — ИСТОЧНИК ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ**

К середине XX века накопились данные, свидетельствующие о зависимости от активности Солнца целого ряда явлений органического мира: урожаем злаков, рост и болезни растений, размножение животных и улов рыбы, частота несчастных случаев и инфекционных заболеваний у людей.

Солнце, подобно огромному реактору, выбрасывает в космическое пространство колоссальное количество энергии. Время, когда на Солнце практически нет пятен, соответствует минимуму, а при наибольшем числе пятен — максимуму 11 летнего **цикла солнечной активности**. Эти изменения не строго периодические, цикл меняется от 7 до 16 лет. Имеется также 22-летний и 80—90-летний циклы. Основным из коротко — периодических циклов является 27-дневный, связанный с обращением Солнца вокруг своей оси, когда активные области то появляются, то исчезают на обращенной к Земле стороне светила. От этих периодов зависит число магнитных бурь в околоземном пространстве. Магнитное поле, или магнитосфера Земли, защищает ее от космических излучений. При вспышке солнечный ветер (поток медленных заряженных частиц) давит на магнитное поле и «поджимает» силовые линии ближе к Земле, вследствие этого магнитное поле изменяется в каждой точке. С ночной стороны Земли магнитное поле вытягивается. Это явление называется **магнитной бурей**. Максимальное число бурь наблюдается в марте-апреле и сентябре-октябре.

Изменяющиеся магнитные поля вызывают появление в проводниках дополнительных (паразитных) токов. Во время самой сильной в нынешнем столетии солнечной вспышки в марте 1989 г. из-за перегрузки вышла из строя энергосистема в Канаде, оставив на 9 часов без электроэнергии 6 млн. человек. Подобные явления наблюдались и раньше — во время магнитной бури в 1940 году в США, в 1958 г. в Канаде. В марте 1989 года на 30 минут вышла из строя кабельная линия связи в США, так как наведенные избыточные токи значительно превысили допустимый уровень.

В практику вошло оповещение населения о неблагоприятных по геофизическим условиям днях. В эти дни люди с ослабленным здоровьем ощутимо реагируют на повышение солнечной активности. Во время магнитных бурь обостряется течение ряда сердечно-сосудистых и нервно-психических заболеваний. При всех равных условиях смертность среди данной категории больных в отдельные периоды резко возрастает. Разница смертности в годы с различным уровнем активности Солнца достигает по стране полумиллиона, эта разница наибольшая от сердечно-сосудистых заболеваний.

По статическим данным в Вене число происшествий на транспорте в дни солнечной активности возрастает на 30%, при этом регистрируется замедление реакции водителей на сигналы в 4 раза по сравнению со спокойным состоянием Солнца. Совпадение пиков солнечной активности и дорожных происшествий отмечено в Германии и Японии.

Наблюдается связь солнечной активности с эпидемиями и эпизоотиями. Своеобразный календарь

с 12-летним циклом массовых заболеваний и падежа скота существовал за сотни лет до нашей эры у монгольских кочевников.

По мере обращения Земли вокруг Солнца меняются времена года, продолжительность светового дня, интенсивность солнечной радиации и многие другие природные процессы, которые особенно контрастны в умеренных широтах. Сезонный ритм проявляется во всей живой природе. С сезонными ритмами тесно связана чувствительность и устойчивость организма к различным внешним воздействиям, в том числе к токсичным веществам и инфекциям.

Продолжительность светового дня, оказывая многостороннее биологическое действие, влияет на обменные процессы, состав крови, тканевое дыхание, иммунологическую реактивность организма, деятельность эндокринных желез, течение многих заболеваний.

Изменения погоды сопровождаются изменениями атмосферного давления, температуры и влажности, приводят к сдвигам зоны комфорта человеческого организма. От температуры зависят частота и глубина дыхания, скорость циркуляции крови, снабжение тканей кислородом и, следовательно, интенсивность углеводного, жирового и солевого обмена, что сказывается на питании органов и тканей. Наиболее чувствительны к недостатку  $O_2$  головной мозг и сердечная мышца.

Важную роль в формировании местного климата играют ветры, возникающие из-за неравномерного нагревания Земли. Около 0,6% энергии солнечного излучения, попадающего в атмосферу Земли, перерабатываются посредством ветра. Дви-

жение воздуха в атмосфере складывается из наложенных друг на друга течений вихревого характера самых разных масштабов. Крупные вихри определяют погоду Земли. Это антициклоны — области повышенного давления и ясной со слабыми ветрами или безветренной погоды, циклоны — области низкого давления и затяжных осадков, тайфуны — тропические циклоны со скоростью ветра до 100 м/с разрушительного характера. Срок жизни этих вихрей — несколько дней, размеры — от нескольких сот до нескольких тысяч километров.

Самым бурным и разрушительным вихрем является смерч. Смерчи наносят значительный вред населению, объектам экономики, окружающей среде и являются характерными для нашей страны.

Атмосфера за счет трения и давления раскачивает поверхность морей и океанов, вызывает подавляющую часть всех движений воды. Волны способны проходить огромные расстояния, не потеряв при этом своей разрушительной силы. Волны высотой 3—5 м у побережий океанов представляет собой обычное явление, в сильный шторм они увеличиваются до 10 м и более. Энергия морских волн огромна. Обрушиваясь на берега, волны постепенно совершают большие разрушения, вызывают наводнения, заносят фарватеры и бухты песком, разбивают портовые сооружения.

Подводные оползни объемом в сотни кубических километров производят гидравлический удар и гигантское поднятие поверхности океана, вызывая цунами. В 1964 г. оползень у берегов Аляски породил

волну высотой до 52 м, которая нанесла серьезный ущерб Калифорнии и достигла Гавайских островов.

Земная кора, или литосфера, имеет толщину в среднем около 30 км, неоднородна по строению. Как показало глубинное сейсмическое зондирование, земная кора разбита на литосферные плиты с наклонными или вертикальными границами раздела. Плиты перемещаются, на их границах возникают механические напряжения и повышенная сейсмичность. Это характерно для горных районов и подводных хребтов. Скорости подъема и опускания участков составляют несколько сантиметров в год. Это ведет к подтапливанию прибрежных территорий, например в Голландии, или к обмелению фарватеров и затруднению судоходства. Энергия, накапливаемая на границах плит, освобождается при землетрясениях и распространяется от очага землетрясения в виде сейсмических волн. На Земле происходят десятки тысяч ощутимых толчков землетрясений в год, из них около двух десятков сильных. Энергия катастрофического землетрясения превосходит энергию термоядерного взрыва, несет разрушения и гибель людей.

В тех местах, где разломы земной коры уходят в глубину на десятки километров, землетрясения провоцируют подъем расплавленной магмы к поверхности и извержения вулканов. В нашей стране самый высокий уровень сейсмической активности на Камчатке. В 1991 г. в течение нескольких суток происходило извержение Авачинского вулкана. Облака выбросов поднимались до 3 км, объем лавы достиг более 12 млн. кубометров, потоки лавы проходили до 2 км, а грязекаменные потоки до 5 км от



вулкана. Помимо грязевых потоков большую опасность для населенных пунктов представляет выпадение пепла (пепэл выпал на расстоянии до 200 км от вулкана), особенно для технических средств (авиации, электрокоммуникаций и т. п.). Пепел ухудшает качество воды и атмосферного воздуха, в окружающую среду поступает ряд химических элементов (хлор, сера, фтор и др.)» во много раз превышающие допустимые концентрации, что оказывает негативное воздействие на физическое состояние и психику людей.

В период извержения из-за сильных выбросов в атмосферу раскаленных газов, пепла и пыли мощные вулканические извержения оказывают стрессовое воздействие на биосферу Земли, негативно воздействуют на растительный и животный мир. С течением времени нарушенные экосистемы восстанавливаются, выбросы рассеиваются в атмосфере и окружающей среде, биосфера справляется с энергетическими воздействиями естественного происхождения.

Вулканы, участвуя в биологических циклах, возвращают в биосферу большое количество жизненно важных соединений азота, углерода, фосфора и серы, вымываемых и оседающих в океанических отложениях в недоступном для живых организмов состоянии.

### **1.9. Источники НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ БЫТОВОЙ СРЕАЫ**

В комплексе условий обеспечения безопасности жизнедеятельности человека бытовой среде принадлежит важная роль.

Сегодня городской человек большую часть жизни находится в искусственной среде. Несоответствие организма человека и жилой среды ощущается как психологический дискомфорт. Отдаление от природной среды усиливает напряжение функций организма, а использование все более разнообразных искусственных материалов, бытовой «химии», бытовой техники сопровождается увеличением количества источников негативных факторов в бытовой среде и ростом их энергетического уровня.

**Бытовой средой** называют совокупность факторов и элементов, воздействующих на человека в быту. К элементам бытовой среды относятся все факторы, связанные:

— с устройством жилища: типом жилища, применяемыми строительными материалами, конструкцией частей здания, внутренней планировкой, составом помещений и их размерами; инсоляцией и освещением; микроклиматом и отоплением; чистотой воздуха и вентиляцией, санитарным состоянием жилища, расположением жилища относительно транспортных магистралей и промышленной зоны;

— с использованием полимерных строительных материалов, мебели, ковров,<sup>1</sup> покрытий, одежды из синтетических волокон, являющихся источником вредных химических веществ в быту;

— с использованием бытовой техники: телевизоров, газовых, электрических и СВЧ-печей, стиральных машин, фенов и др.;

— с обучением и воспитанием, с социальным статусом семьи, материальным обеспечением, психологической обстановкой в быту.

**Экологичным** следует называть жилище вместе с прилегающими участками, которое формирует бла-

гоприятную среду обитания (микроклимат, защищенность от шума и загрязнений, обеспечение социально здоровых материалов в строительстве и т. п.), не оказывает негативных воздействий на городскую и природную среду, экономично использует источники энергии и обеспечивает общение с природой [6].

Современное жилище пока не может быть названо экологичным: со строительными и отделочными материалами, с мебелью и оборудованием вносятся вредные для организма физические и химические факторы, системы вентиляции не отвечают требованиям очистки воздуха квартир, нарушается шумовой режим и микроклимат, очень велики теплопотери зданий. Возле больших зданий формируется неблагоприятный микроклимат и психологическая обстановка, не решены вопросы эффективного удаления мусора.

Все факторы бытовой среды можно разделить на физические, химические, биологические и психофизиологические. Идентификация негативных факторов в бытовой среде представляет сложность ввиду комплексного их воздействия во всех ее сферах.

**Концентрация загрязняющих веществ в воздухе\***<sup>1</sup> помещений в десятки и сотни раз выше, чем на улице. Наиболее существенное загрязнение производит формальдегид. Формальдегид — это бесцветный газ, входящий в состав синтетических материалов и выделяемый различными вещами: мебелью, коврами и синтетическими покрытиями, фанерой, пенопластом. Мебель изготавливается чаще всего из древесностружечных плит, в связующую массу входит формальдегид. Синтетические материалы выделяют также винилхлорид, сероводород аммиак, ацетон и

многие другие соединения, которые смешиваясь, образуют еще более токсичные вещества.

Присутствие формальдегида может вызвать раздражение слизистых оболочек глаз, горла, верхних дыхательных путей, а также головную боль и тошноту. Мебель дает около 70% загрязнения воздуха жилого помещения, опасная концентрация токсических газов скапливается в закрытых шкафах и ящиках.

Опасны выделения из синтетических материалов при пожарах. Органическое стекло и поролон, например, при горении интенсивно выделяют синильную кислоту и другие сильные яды. Сжигание синтетических материалов в быту недопустимо.

В лаках и красках содержатся токсичные вещества, которые могут обладать как общетоксическими, так и специфическими видами действия — аллергенным, канцерогенным, мутагенным и другими, особый контроль устанавливается за использованием новых полимерных материалов, допущенных к применению санитарной службой.

Факторы, представляющие опасность в производственной среде, опасны и в бытовой среде. Требуют осторожного обращения пожароопасные и взрывоопасные вещества: растворители, ацетон, бензин, а также ядохимикаты для борьбы с насекомыми (инсектициды), с сорняками (гербициды), с болезнями растений (фунгициды).

Применять их нужно при строгом соблюдении регламентов и мер безопасности (маски, защитная одежда), руководствуясь действующими инструкциями, изложенными на упаковках, этикетках и в листовках. Так, попадание хлорофоса, карбофоса и других аналогичных веществ в организм ведет к угнетению

холинэстеразы, важного компонента в работе нервной системы, появляется тошнота, перевозбуждение. Применение бытовых ядохимикатов в закрытых помещениях без средств защиты опасно для жизни.

Различные моющие и чистящие синтетические вещества оказывают раздражающее действие, могут вызвать аллергические реакции при вдыхании паров и порошков. Кислотные и щелочные бытовые чистящие препараты оказывают выраженное местное действие на кожу и слизистые.

Опасность представляет газовое оборудование из-за возможной утечки газа, имеющего взрывоопасные и токсичные свойства. Присутствие окисей углерода и азота, образующихся при сгорании газа ведут к сокращению объема легких (особенно у детей) и повышению восприимчивости к острым респираторным инфекциям. Пользоваться газовым оборудованием можно только с хорошей вентиляцией помещения.

Восприимчивость к инфекциям повышается в связи с вдыханием паров лаков, красок, химических растворителей, аэрозолей. Вредно вдыхание **табачного дыма**. В США подсчитали, что от 500 до 5 тысяч смертей ежегодно непосредственно связаны с пассивным курением, то есть поглощением табачного дыма некурящими. Особенно вредно курение натошак.

На человека в бытовой среде воздействуют **электрические** поля от электропроводки, электрических приборов, осветительных устройств, СВЧ-печей, телевизоров. В цветном телевизоре электроны ускоряются напряжением в 25 кВ, при их торможении на экране кинескопа возбуждается рентгеновское излучение. Конструкция телевизора обеспечивает поглощение основной части излучения, но

при длительном пребывании вблизи телевизора можно получить дозу облучения, сравнимую с естественной фоновой. Поэтому телевизор нельзя использовать в качестве дисплея компьютера и нельзя располагаться вблизи экрана.

Нередки случаи поражения в быту электрическим током. Электрические приборы экологически чистые, существенно облегчают домашний труд, труд в хозяйстве и на садовом участке, повышают комфортность жизни (вентиляторы, кондиционеры, электрокамины, светильники и т. п.) при условии соблюдения правил электробезопасности. В противном случае бытовая электрическая техника становится источником серьезной опасности.

Материалы с **повышенной радиоактивностью** могут вместе со строительными материалами (гранитом, шлаком, глиной и др.) попасть в строительные конструкции жилых домов и создавать опасность радиоактивного облучения живущих в них людей. При распаде природного урана в качестве промежуточного продукта образуются изотопы радиоактивного газа радона. Выделяющийся из строительных материалов и из грунта радон может накапливаться в непроветриваемом помещении, при этом продукты распада радона вдыхаются с пылью. Проветривание снижает концентрацию радона и ядовитых испарений синтетических материалов.

По данным Всемирной организации здравоохранения 70% вредных компонентов попадает в организм человека с **продуктами питания**. Это и различные пищевые суррогаты, напитки, а также сельскохозяйственные продукты, при выращивании которых интенсивно применялись пестициды, причиной пищевых отравлений часто бывает микроб

«кишечная палочка». Ею заражаются, употребляя готовые мясные, рыбные, овощные изделия, используемые в пищу без термической обработки. Особенно опасен для человека токсин, вырабатываемый возбудителями ботулизма, для размножения которого требуется низкая кислотность и отсутствие кислорода, такие условия создаются чаще всего при домашнем консервировании, когда полная стерилизация не достигается. При употреблении таких консервов токсин всасывается в кишечнике, попадает в кровь и поражает клетки центральной нервной системы. Вначале — общее недомогание, слабость, головокружение, головная боль, сухость во рту. Самым характерным признаком являются расстройства со стороны зрения (появляются сетка перед глазами, двоение предметов — они как бы плавают в тумане). Затем — затруднение глотания и дыхания.

Единственное спасение в этих случаях — немедленное введение специфической сыворотки, связывающей токсин. Нельзя употреблять консервы с признаками порчи или вздувшимися крышками.

Алкоголь, который содержится во многих напитках, по мнению многих, при употреблении в умеренном количестве способен улучшать настроение и самочувствие. Поэтому в бытовых традициях обычным является употребление таких напитков. Однако нередкими являются токсические явления, изменяющие состояние человека, вызывающие утрату самоконтроля. Одно и то же количество алкоголя может оказывать неодинаковое воздействие на разных людей или на одного человека в разное время. Так, при приеме алкоголя натошак концентрация его в

крови выше и последствия тяжелее, чем при приеме после еды; женский организм более чувствителен к алкоголю, чем мужской. При постоянном или умеренном употреблении появляется зависимость от алкоголя наркотического характера, которая в конечном счете ведет к развитию симптомокомплекса, именуемого алкоголизмом. В процессе усвоения алкоголя образуются продукты, блокирующие усвоение организмом сахара и жиров, снижающие усвоение витаминов, необходимых для полноценного питания, на его окисление расходуется большое количество кислорода. Всего 5—15% алкоголя выводится из организма. Предел безопасности по данным [4] достигается при потреблении 0,5—0,75 л вина с 10% содержанием алкоголя в течение двадцати четырех часов.

Зеленые насаждения в жилой зоне обогащают воздух кислородом, способствуют рассеиванию вредных веществ и поглощают их, снижают в летнее время на 8—10 дБ уровень уличного шума.

Согласно рекомендациям экологов и медиков в идеальной для жизнедеятельности зоне строения не должны занимать более 50%, а асфальтированные и покрытые камнем пространства — более 30% благоустроенных площадей. Зеленые насаждения и газоны не только улучшают микроклимат, тепловой режим, увлажняют и очищают воздух, но и оказывают благотворное психофизическое воздействие на людей. В городах должны вестись работы по сокращению пространств, покрытых камнем, асфальтом, бетоном, уменьшению интенсивности движения автотранспорта, организации небольших парковых ансамблей и садов, озеленению фасадов зданий.



## *Раздел 2*

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ**

#### **2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК — СРЕДА ОБИТАНИЯ»**

Человек живет, непрерывно обмениваясь энергией с окружающей средой, участвуя в круговороте вещества в биосфере. В процессе эволюции человеческий организм приспособился к экстремальным климатическим условиям — низким температурам Севера, высоким температурам экваториальной зоны, к жизни в сухой пустыне и в сырых болотах. В естественных условиях человек имеет дело с энергией солнечной радиации, движения ветра, волн, земной коры. Энергетическое воздействие на незащищенного человека, попавшего в шторм или смерч, оказавшегося в зоне землетрясения, вблизи кратера действующего вулкана или грозном районе, может превысить допустимый для человеческого организма уровень и нести опасность его травмирования или гибели. Уровни энергии естественного происхождения остаются практически неизменными. Современные технологии и технические средства позволяют в какой-то мере снизить их опасность, однако сложность прогнозирования природных процессов и изменений в биосфере, недостаточность знаний о них, создают трудности в обеспечении безопасности человека в системе «человек—природная среда».

Появление техногенных источников тепловой и электрической энергии, высвобождение ядерной энергии, освоение месторождений нефти и газа с сооружением протяженных коммуникаций породили опасность разнообразных негативных воздействий на человека и среду обитания. Энергетический уровень техногенных негативных воздействий растет и неконтролируемый выход энергии в техногенной среде является причиной роста числа увечий, профессиональных заболеваний и гибели людей.

Негативные факторы, воздействующие на людей подразделяются, таким образом, на естественные, то есть природные, и антропогенные — вызванные деятельностью человека. Например, пыль в воздухе появляется в результате извержений вулканов, ветровой эрозии почвы, громадное количество частиц выбрасывается промышленными предприятиями.

Опасные и вредные факторы по природе действия подразделяются на физические, химические, биологические и психофизические.

**К физическим** опасным и вредным факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, неустойчивые конструкции и природные образования;
- острые и падающие предметы;
- повышение и понижение температуры воздуха и окружающих поверхностей;
- повышенная запыленность и загазованность;
- повышенный уровень шума, инфразвука, ультразвука, вибрации;
- повышенное или пониженное барометрическое давление;

— повышенный уровень ионизирующих излучений;

— повышенное напряжение в цепи, которая может замкнуться на тело человека;

— повышенный уровень электромагнитного излучения, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;

— недостаточное освещение, пониженная контрастность освещения;

— повышенная яркость, блеск, пульсация светового потока.

К **химически** опасным и вредным факторам относятся: вредные вещества используемые в технологических процессах; промышленные яды, используемые в сельском хозяйстве и в быту; ядохимикаты; лекарственные средства, применяемые не по назначению; боевые отравляющие вещества.

Химически опасные и вредные факторы подразделяются по характеру воздействия на организм человека и по пути проникновения в организм.

Биологически опасными и вредными факторами являются:

— патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, особые виды микроорганизмов — спирохеты и реккетсии, грибы) и продукты их жизнедеятельности;

— растения и животные.

Биологическое загрязнение окружающей среды возникает в результате аварий на биотехнологических предприятиях, очистных сооружениях, недостаточной очистке стоков.

**Психофизиологические** производственные факторы — это факторы, обусловленные особенностями

ми характера и организации труда, параметров рабочего места и оборудования. Они могут оказывать неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферы и приводить к стойкому снижению работоспособности и нарушению состояния здоровья.

По характеру действия психофизиологические опасные и вредные производственные факторы делятся на **физические** (статические и динамические) и **нервно-психические** перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Опасные и вредные факторы по природе своего действия могут относиться одновременно к различным группам.

## **2.2. ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ**

**Нормирование** — это определение количественных показателей факторов окружающей среды, характеризующих безопасные уровни их влияния на состояние здоровья и условия жизни населения. Нормативы не могут быть установлены произвольно, они разрабатываются на основе всестороннего изучения взаимоотношений организма с соответствующими факторами окружающей среды. Соблюдение нормативов на практике способствует созданию благоприятных условий труда, быта и отдыха, снижению заболеваемости, увеличению долголетия и работоспособности всех членов общества.

В основу нормирования положены принципы сохранения постоянства внутренней среды организма (гомеостаза) и обеспечения его единства с окружающей средой, зависимости реакций организма от интенсивности и длительности воздействия факторов окружающей среды, пороговости в проявлении неблагоприятных эффектов.

При обосновании нормативов используется комплекс физиологических, биохимических, физико-математических и других методов исследования для выявления начальных признаков вредного влияния факторов на организм. Особое внимание уделяется изучению отдаленных эффектов: онкогенного, мутагенного, аллергенного влияния на половые железы, эмбрионы и развивающееся потомство. Окончательная апробация нормативов осуществляется при их использовании на практике путем изучения состояния здоровья людей, контактирующих с нормируемым фактором. Существуют методы учета комбинированного действия комплекса вредных факторов.

В зависимости от нормируемого фактора окружающей среды различают: предельно допустимые концентрации (ПДК), допустимые остаточные количества (ДОК), предельно допустимые уровни (ПДУ), ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), предельно допустимые выбросы (ПДВ), предельно допустимые сбросы (ПДС) и др.

Предельно допустимый уровень фактора (ПДУ) — это тот максимальный уровень воздействия, который при постоянном действии в течение всего рабочего времени и трудового стажа не вызывает биологических изменений адаптационно-компенсатор-

ных возможностей, психологических нарушений у человека и его потомства.

Нормативы являются составной частью санитарного законодательства и основой предупредительного и текущего санитарного надзора, а также служат критерием эффективности разрабатываемых и проводимых оздоровительных мероприятий по созданию безопасных условий среды обитания.

### **2.3. ВРЕДНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА**

Вредные химические вещества окружающей среды, как и любые другие, можно разделить на две группы: **естественные** (природные) и **антропогенные** (попадающие в окружающую среду в связи с деятельностью человека).

Для организма человека разнообразие химических веществ имеет неравноценное значение. Одни из них индифферентны, то есть безразличны для организма, другие оказывают на организм вредное действие, третьи обладают выраженной биологической активностью, являясь либо строительным материалом живого вещества, либо обязательной составной частью химических регуляторов физиологических функций: ферментов, пигментов, витаминов. Последние получили название **биологически активных** элементов (или биогенных элементов). Все биогенные элементы в зависимости от их процентного содержания в организме человека разделены на две группы:

— макроэлементы — O, C, H, N, Cl, S, P, Ca, Na, Mg, содержание которых в организме человека составляет  $10^{-3}\%$  и более;

— микроэлементы — I, Си, Со, Zn, Pt, Мо, Мп и др., содержание которых в организме достигает  $10^{-3}$ – $10^{-12}$  % ;

— следовые элементы, обнаруживаемые в организме человека в количествах, не превышающих  $10^{-12}$  %.

Качественное и количественное содержание химических элементов определяется природой организма, при этом внутренняя и внешняя среда представляет собой единую, целостную систему, находящуюся в **динамическом равновесии** с окружающей средой.

Необходимо отметить однако, что физиологические возможности процессов уравнивания внутренней среды организма с постоянно меняющейся внешней средой ограничены. Расстройство равновесия, выражающееся в нарушении процессов жизнедеятельности или в развитии болезни, может наступать при воздействии чрезвычайного по величине или необычного по характеру фактора внешней среды. Такого рода ситуации могут иметь место на определенных территориях вследствие естественного неравномерного распределения химических элементов в биосфере: атмосфере, гидросфере, литосфере.

На этих территориях избыток или недостаток определенных химических элементов наблюдается в местной фауне и флоре. Такие территории были названы биогеохимическими провинциями, а наблюдаемые специфические заболевания населения получили название **геохимических заболеваний**. Так например, если того или иного химического элемента, скажем йода, оказывается недостаточно в по-

чве, то понижение его содержания обнаруживается в растениях, произрастающих на этих почвах, а также в организмах животных, питающихся этими растениями. В результате пищевые продукты как растительного, так и животного происхождения оказываются обедненными йодом. Химический состав грунтовых и подземных вод отражает химический состав почвы. При недостатке йода в почве его недостаточно оказывается и в питьевой воде. Йод отличается высокой летучестью. В случае пониженного содержания в почве, в атмосферном воздухе его концентрация также понижена. Таким образом, в биогеохимической провинции, обедненной йодом, организм человека постоянно недополучает йод с пищей, водой и воздухом. Следствием является распространение среди населения геохимического заболевания — эндемического зоба.

В биогеохимической провинции, обедненной фтором, при содержании фтора в воде источников водоснабжения 0,4 мг/л и менее, имеет место, повышенная заболеваемость кариесом зубов.

Существуют и другие биогеохимические провинции, обедненные медью, кальцием, марганцем, кобальтом; обогащенные свинцом, ураном, молибденом, марганцем, медью и другими элементами.

Неоднородная на различных территориях природная геохимическая обстановка, определяющая поступление в организм человека химических веществ с пищей, вдыхаемым воздухом, водой и через кожу, может изменяться также в значительной степени в результате деятельности человека. Появляется такое понятие, как **антропогенные химические факторы** среды обитания. Они могут появлять-



ся как в результате целенаправленной деятельности человека, так и в результате роста народонаселения, концентрации его в крупных городах, химизации всех отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта и быта.

Безграничные возможности химии обусловили получение взамен естественных, синтетических и искусственных материалов, продуктов и изделий. В связи с этим постоянно возрастает уровень загрязнения внешней среды:

- атмосферы — вследствие поступления промышленных выбросов, выхлопных газов, продуктов сжигания топлива;

- воздуха рабочей зоны — при недостаточной герметизации, механизации и автоматизации производственных процессов;

- воздуха жилых помещений — вследствие деструкции полимеров, лаков, красок, мастик и др.;

- питьевой воды — в результате сброса сточных вод;

- продуктов питания — при нерациональном использовании пестицидов, в результате использования новых видов упаковок и тары, при неправильном применении новых видов синтетических кормов;

- одежды — при изготовлении ее из синтетических волокон;

- игрушек, бытовых принадлежностей — при изготовлении с использованием синтетических материалов и красок.

Все это предопределяет возникновение неадекватной процессам жизнедеятельности химической обстановки, опасной для здоровья, а иногда и для жизни чело-

века. В этих условиях проблема охраны природы и защита населения от опасного воздействия вредных химических факторов становится все актуальней.

Невозможно не допустить поступления разнообразных химических веществ в окружающую среду и организм человека. Но **количественно** это поступление должно быть ограничено **пределом**, при котором вредные вещества становятся индифферентными как для организма человека, так и для биосферы в целом.

Широкое развитие химизации обусловило применение в промышленности и сельском хозяйстве огромного количества химических веществ — в виде сырья, вспомогательных, промежуточных, побочных продуктов и отходов производства. Те химические вещества, которые, проникая в организм даже в небольших количествах, вызывают в нем нарушения нормальной жизнедеятельности, называются **вредными веществами**. Вредные вещества или промышленные яды в виде паров, газов, пыли встречаются во многих отраслях промышленности. Например, в шахтах присутствуют вредные газы (окислы азота, окись углерода), источником которых являются взрывные работы. В металлургической промышленности, кроме издавна известных газов (окиси углерода и сернистого газа) появляются новые токсические вещества (редкие металлы), применяемые для получения различных сплавов (вольфрам, молибден, хром, беррилий, литий и др.). В металлообрабатывающей промышленности широко распространены процессы травления металлов кислотами, гальваническое покрытие, цианирование, кадмирование, азотирование, покрытие красками и др., при кото-

рых возможно выделение в воздух вредных газов и паров органических растворителей. Значительным источником вредных веществ в окружающей среде является химическая промышленность — основная химия, коксохимия, анилино-красочная промышленность, производство синтетических смол, пластмасс, каучука, синтетических волокон. В сельском хозяйстве основным источником вредных веществ является применение ядохимикатов.

**По степени потенциальной опасности** воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на 4 класса в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 с изменением №1 от 01.01.82 г.: 1 — чрезвычайно опасные, 2 — высокоопасные, 3 — умеренноопасные, 4 — малоопасные. Критериями при определении класса опасности служат ПДК, средняя смертельная доза, средняя смертельная концентрация и др. Определение проводится по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Токсическое действие ядовитых веществ многообразно, однако установлен ряд общих закономерностей в отношении путей поступления их в организм, сорбции, распределения и превращения в организме, выделения из организма, характера действия на организм в связи с их химической структурой и физическими свойствами.

### ***Пути поступления вредных веществ в организм***

Вредные вещества могут поступать в организм тремя путями: через легкие при вдыхании, через

желудочно-кишечный тракт с пищей и водой, через неповрежденную кожу путем резорбции.

Поступление вредных веществ через органы дыхания является основным и наиболее опасным путем. Поверхность легочных альвеол при среднем их растяжении (то есть при спокойном, ровном дыхании) составляет 90—100 м<sup>2</sup>, толщина же альвеолярной стенки колеблется от 0,001—0,004 мм, в связи с чем в легких создаются наиболее благоприятные условия для проникновения газов, паров, пыли непосредственно в кровь. Поступают химические вещества в кровь путем диффузии, вследствие разницы парциального давления газов или паров в воздухе и крови.

Распределение и превращение вредного вещества в организме зависит от его **химической активности**. Различают группу так называемых нереагирующих газов и паров, которые в силу своей низкой химической активности в организме или не изменяются или изменяются очень медленно, потому они достаточно быстро накапливаются в крови. К ним относятся пары всех углеводородов ароматического и жирного ряда и их производные.

Другую группу составляют реагирующие вещества, которые легко **растворяются** в жидкостях организма и претерпевают различные изменения. К ним относятся аммиак, сернистый газ, окислы азота и другие.

Вначале насыщение крови вредными веществами происходит быстро вследствие большой разницы парциального давления, затем замедляется **и** при уравнивании парциального давления газов или паров в альвеолярном воздухе и крови насы-

шение прекращается. После удаления пострадавшего из загрязненной атмосферы начинается десорбция газов и паров и удаление их через легкие. Десорбция также происходит на основе законов диффузии.

Опасность отравления пылевидными веществами не меньше, чем паро-газообразными. Степень отравления при этом зависит от растворимости химического вещества. Вещества, хорошо растворимые в воде или в жирах, всасываются уже в верхних дыхательных путях или в полости носа, например, вещества наркотического действия. С увеличением объема легочного дыхания и скорости кровообращения сорбция химических веществ происходит быстрее. Таким образом, при выполнении физической работы или пребывании в условиях повышенной температуры воздуха, когда объем дыхания и скорость кровотока резко увеличиваются, отравление наступает значительно быстрее.

Поступление вредных веществ через желудочно-кишечный тракт возможно с загрязненных рук, с пищей и водой. Классическим примером такого поступления в организм может служить свинец: это мягкий металл, он легко стирается, загрязняет руки, плохо смывается водой и при еде или курении легко проникает в организм. В желудочно-кишечном тракте химические вещества всасываются труднее по сравнению с легкими, так как желудочно-кишечный тракт имеет меньшую поверхность и здесь проявляется избирательный характер всасывания: лучше всего всасываются вещества, хорошо растворимые в жирах. Однако, в желудочно-кишечном тракте вещества могут под действием его содержимого

ниться в неблагоприятную для организма сторону. Например, те же соединения свинца, плохо растворимые в воде, хорошо растворяются в желудочном соке и поэтому легко всасываются. Всасывание вредных веществ происходит в желудке и в наибольшей степени в тонком кишечнике. Большая часть химических веществ, поступивших в организм через желудочно-кишечный тракт, попадает через систему воротной вены в печень, где они задерживаются и в определенной степени обезвреживаются.

Через неповрежденную кожу (эпидермис, потовые и сальные железы, волосяные мешочки) могут проникать вредные вещества, хорошо растворимые в жирах и липоидах, например, многие лекарственные вещества, вещества нафталинового ряда и др. Степень проникновения химических веществ через кожу зависит от их растворимости, величины поверхности соприкосновения с кожей, объема и скорости кровотока в ней. Например, при работе в условиях повышенной температуры воздуха, когда кровообращение в коже усиливается, количество отравлений через кожу увеличивается. Большое значение при этом имеют консистенция и летучесть вещества: жидкие летучие вещества быстро испаряются с поверхности кожи и не успевают всасываться; наибольшую опасность представляют маслянистые малолетучие вещества, они длительно задерживаются на коже, что способствует их всасыванию.

Знание путей проникновения вредных веществ в организм определяет меры профилактики отравлений.

## **Распределение, превращение и выделение ядов из организма**

Поступившие в организм вредные химические вещества подвергаются разнообразным превращениям, почти все органические вещества вступают в различные химические реакции: окисления, восстановления, гидролиза, дезаминирования, метилирования, ацетилирования, образования парных соединений с некоторыми кислотами. Не подвергаются превращениям только химически инертные вещества, например, бензин, который выделяется из организма в неизменном виде.

Неорганические химические вещества также подвергаются в организме разнообразным изменениям. Характерной особенностью этих веществ является способность откладываться в каком-либо органе, чаще всего в костях, образуя депо. Например, в костях откладываются свинец и фтор. Некоторые неорганические вещества окисляются: нитриты — в нитраты, сульфиды — в сульфаты.

Результатом превращения ядов в организме большей частью является их обезвреживание. Однако имеется исключение из этого правила, когда в результате превращения образуются более токсичные вещества. Например, метиловый спирт окисляется до формальдегида и муравьиной кислоты, которые очень токсичны.

Знание процессов превращения химических веществ в организме дает возможность вмешательства в эти процессы с целью предупреждения нарушения процессов жизнедеятельности.

Важное значение имеет соотношение между поступлением вредного вещества в организм и его выделением. Если выделение вещества и его превращение в организме происходит медленнее, чем поступление, то вещество накапливается в организме или кумулирует и может длительно действовать на органы и ткани. Такими типичными веществами являются свинец, ртуть, фтор и др. Вещества, хорошо растворимые в воде и крови, медленно накапливаются и также медленно выделяются из организма. Летучие органические вещества (бензин, бензол) быстро сорбируются и также быстро выделяются не накапливаясь (рис. 7).

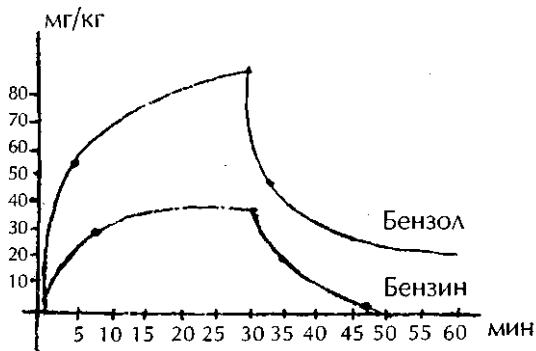


Рис. 7. Динамика насыщения крови парами бензина и бензола при вдыхании [14]

### **Комбинированное действие вредных веществ**

В настоящее время, в связи с развитием промышленности и нарастанием процессов урбанизации, создаются условия поступления в организм челове-



ка одновременно нескольких или многих вредных химических веществ. В связи с этим появилось такое понятие, как комбинированное действие химических веществ на организм.

Возможны три основных типа комбинированного действия химических веществ: синнергизм, когда одно вещество усиливает действие другого; антагонизм, когда одно вещество ослабляет действие другого; суммация или аддитивное действие, когда действие веществ в комбинации суммируется. Накопленные токсикологическими исследованиями данные свидетельствуют о том, что в большинстве случаев промышленные яды в комбинации действуют по типу суммации, то есть действие их складывается. Это важно учитывать при оценке качества воздушной среды. Например, если в воздухе присутствуют пары двух веществ, для которых установлена ПДК 0,1 мг/л для каждого, то в комбинации они окажут такое же воздействие на организм, как 0,2 мг/л вещества.

Для оценки воздушной среды при условии комбинированного действия химических веществ, А.В. Аверьяновым предложена формула [16]:

$$\frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \frac{a_3}{x_3} + \dots = 1,$$

где  $a_1, a_2, a_3$  — обнаруженные в воздухе концентрации вредных веществ;

$x_1, x_2, x_3$  — предельно допустимые концентрации этих веществ.

Если сумма в левой части больше 1, состояние воздушной среды оценивается как неудовлетворительное.

Возможность аддитивного действия химических веществ в комбинации учитывается при оценке воздушной среды и при проектировании промышленных предприятий.

### ***Принципы нормирования химических веществ в окружающей среде***

Каков же предел содержания химических веществ в окружающей среде, где количественные границы этого предела для безопасности жизнедеятельности? В связи с этой проблемой и возникло понятие **предельно допустимых концентраций (ПДК)**.

Один из ведущих токсикологов И. В. Саноцкий в 1971 году предложил наиболее точную формулировку ПДК применительно к любым участкам биосферы (для атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны, воды, почвы и т. д.):

«Предельно допустимой концентрацией химического соединения во внешней среде называют такую концентрацию, при воздействии которой на организм периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно через, экологические системы, а также через возможный экономический ущерб, не возникает соматических или психических заболеваний (скрытых или временно компенсированных) или изменений в состоянии здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических колебаний, обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений».

Предельно допустимые концентрации в виде санитарных нормативов являются юридической ос-

новой для проектирования, строительства и эксплуатации промышленных предприятий, планировки и застройки жилья, создания и применения индивидуальных средств защиты.

Обоснованию предельно допустимых концентраций должно уделяться большое внимание, исследования должны быть выполнены тщательно, так как малейшие ошибки могут привести либо к ущербу для здоровья, либо к значительным экономическим потерям.

Известный парадокс Гадамера гласит: «Ядов как таковых не существует». Как правило, причиной ядовитости является количество, сообщающее веществу в определенных условиях качественно новые свойства. Здесь уместно напомнить знаменитую формулировку Парацельса: «Все есть яд, ничто не лишено ядовитости, одна лишь доза делает яд незаметным».

По мнению токсикологов, ядом называется химический компонент среды обитания, поступающий в организм в количестве (реже в качестве), не соответствующем врожденным или приобретенным свойствам организма, и поэтому несовместимый с жизнью. Яды могут оказывать на организм как общетоксическое так и специфическое действие: сенсibiliзирующее (вызывающее повышенную чувствительность), бластомогенное (образование опухолей), гонадотропное (действие на половые железы), эмбриотропное (действие на зародыш и плод), тератогенное (вызывает уродства), мутагенное (действие на генетический аппарат). Яды могут вызывать как острые, так и хронические отравления.

Острые отравления носят преимущественно бытовой, а хронические — профессиональный характер. **Острое отравление** — это такое, симптомо-

комплекс которого развивается при однократном поступлении большого количества вредного вещества в организм. Хроническим называют отравление, возникающее постепенно при повторном или многократном поступлении вредного вещества в организм в относительно небольших количествах.

При установлении предельно допустимых концентраций химических веществ в окружающей среде решаются следующие задачи:

1. Разработка методики обнаружения и количественного определения вредного химического компонента и установление его физико-химических свойств.

2. Предварительная оценка токсичности и установление ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ).

3. Моделирование взаимодействия организма с исследуемым химическим веществом и изучение реакции организма на его воздействие; качественная и количественная оценка реакции организма; обоснование рекомендуемой ПДК, а также других мероприятий, направленных на предупреждение заболеваний и поддержание оптимального самочувствия человека.

4. Внедрение ПДК в практику и проверка ее эффективности на основании изучения состояния здоровья и самочувствия лиц, контактирующих с исследуемым химическим веществом.

Исходя из поставленных задач становится очевидным, что организация столь разностороннего исследования требует больших материальных затрат и привлечения большого круга специалистов различного профиля: химиков, токсикологов, биохимиков, гистологов, врачей, экономистов.

Важное значение при изучении токсичности любого компонента окружающей среды имеет изучение его физико-химических свойств, которые позволяют по имеющимся в распоряжении химиков и токсикологов формулам рассчитать ОБУВ, дающий первоначальные представления о токсичности вещества и который может быть использован на стадии разработки технологического процесса или опытной установки. Имеется около 20 формул для расчета **ОБУВ**, чем больше формул использовано для расчета, тем точнее полученная величина ОБУВ. В качестве примера может служить следующая формула:

$$\lg \text{ОБУВ}(\text{мг/л}) = 0,92 \lg S + \lg M - \lg \lambda - 3,15,$$

где **S** — растворимость химического вещества

**M** — молекулярный вес вещества

**λ** — коэффициент распределения вещества между водой и воздухом.

Рекомендуется производить расчет по всем имеющимся константам (физико-химическим свойствам), довести до логарифма **ОБУВ** и взять число по среднему логарифму из всех логарифмов ОБУВ, рассчитанных по разным константам.

Следующим этапом исследования является определение токсичности вещества путем воздействия на лабораторных животных в однократных опытах для изучения острого действия вещества и при повторном введении вещества различными путями для изучения возможности хронического отравления.

В токсикологических экспериментах обычно используются лабораторные животные, реакция ко-

торых на воздействие химических веществ наиболее близка к реакции организма человека. Необходимо использовать не менее двух видов лабораторных животных. Чаще всего используются белые мыши, белые крысы, кошки, кролики, морские свинки и другие животные. Немаловажное значение имеет фактор стоимости — более крупные животные стоят дороже. Если учесть, что для полного обоснования ПДК хотя бы в одной среде (например, в воздухе рабочей зоны) требуется около 4-х тысяч животных, становится понятным значение их стоимости.

При моделировании на лабораторных животных взаимодействия химического вещества с организмом преследуются следующие цели:

- 1) выявление возможности острого отравления;
- 2) если отравление возникло — выявление его симптомов и клинической картины гибели животных;
- 3) путем исследования трупов погибших животных выясняют точки приложения токсического воздействия вещества макро- и микроскопическими исследованиями;

4) установление параметров острого токсического действия вещества при различных путях поступления в организм: средне-смертельной дозы ( $DL_{50}$ ), средне-смертельной концентрации ( $CL_{50}$ ), порога острого действия ( $Lim_{ac}$ ). При этом исследуются все возможные пути поступления вещества в организм. Полученные среднесмертельные дозы и концентрации необходимы для уточнения ориентировочного уровня воздействия, рассчитанного ранее по фор-

мулам. На вооружении токсикологов имеются формулы для уточнения ОБУВ, например:

$$\lg \text{ОБУВ} = 0,01 \text{ ДЛ}_{50}$$
$$\lg \text{ОБУВ} = 0,52 \lg C + 0,71 + \lg CZ_{50} + 0,25 + \lg M.$$

Одним из важнейших этапов является определение порога острого действия вещества на организм. По величине порога острого действия можно судить о возможности острого отравления веществом, степени его опасности в условиях производства. Порог острого действия необходимо знать для выбора концентраций при моделировании хронического отравления.

**Порог острого действия** — это та наименьшая концентрация химического вещества, которая вызывает статистически достоверные изменения в организме при однократном воздействии. Зная порог острого действия, мы можем определить зону острого действия и КВИО (коэффициент возможности ингаляционного отравления).

Важным этапом является установление способности вещества кумулировать в организме при повторном воздействии. Кумуляция изучается при таком пути введения вещества в организм животных, который наиболее характерен в условиях контакта человека с данным веществом.

Изучается также способность вещества проникать через неповрежденную кожу или наличие резорбтивного действия.

Наиболее важным и ответственным моментом является определение порога хронического действия вещества ( $\text{Lim}_{\text{ch}}$ ) и характера его воздействия при повторном поступлении в организм.

Порог хронического действия — это та минимальная концентрация, которая при хроническом воздействии вызывает существенные (достоверные) изменения в организме лабораторных животных. Порог хронического действия является основным показателем при установлении рекомендуемой ПДК химического вещества.

$$\text{ПДК} = \frac{\text{Lim}_{\text{ch}}}{K_s},$$

где  $\text{Lim}_{\text{ch}}$  — порог хронического действия,  
 $K_s$  — коэффициент запаса.

**Коэффициент запаса** — это величина, на которую нужно разделить порог хронического действия, чтобы обеспечить полную безопасность вещества. Величина коэффициента запаса зависит от степени токсичности вещества, способности к кумуляции, наличия специфических видов действия и может быть равной от 2 до 20 в зависимости от вышеперечисленных факторов.

Рекомендованная ПДК, обоснованная экспериментальным путем, корректируется при изучении состояния здоровья работающих или населения в целом и только после этого становится государственным стандартом.

Таким образом, предельно допустимая концентрация — это максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая воздействия на здоровье человека. Определяют ее врачи-гигиенисты на основании данных экспериментальных исследований над подопытными животными и наблюдений за состоянием здоровья людей, находящихся под воздействием вредных веществ.



ПДК вредных веществ, загрязняющих воздушную среду, регламентирует ГОСТ 12.1.005 для более чем 1300 различных вредных веществ.

Для атмосферного воздуха введена предельно допустимая максимально разовая концентрация вредных веществ ПДР<sub>мр</sub>. Разовая концентрация определяется по пробам, отобранным в течение 20 минут.

Для некоторых вредных веществ установлен норматив среднесменных ПДК, а для воздуха населенных мест — среднесуточных ПДК<sub>сс</sub>. Введением этих нормативов контролируется содержание в воздухе веществ, накапливающих свое вредное воздействие на человека.

#### *2.4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА*

### **Вибрация**

**Колебания** — многократное повторение одинаковых или почти одинаковых процессов, — сопутствуют многим природным процессам и явлениям, вызванным человеческой деятельностью, — от простейших колебаний маятника до электромагнитных колебаний распространяющейся световой волны.

**Механические колебания** — это периодически повторяющиеся движения, вращательные или возвратнопоступательные. Это тепловые колебания атомов, биение сердца, колебания моста под ногами, земли от проезжающего рядом поезда.

Любой процесс механических колебаний можно свести к одному или нескольким **гармоническим** синусоидальным колебаниям. Основные парамет-

ры гармонического колебания: амплитуда, равная максимальному отклонению от положения равновесия (м); скорость колебаний (м/с); ускорение (м/с<sup>2</sup>); период колебаний, равный времени одного полного колебания (с); частота колебаний, равная числу полных колебаний за единицу времени (Гц).

Все виды техники, имеющие движущиеся узлы, транспорт — создают механические колебания. Увеличение быстродействия и мощности техники привело к резкому повышению уровня вибрации. Вибрация — это малые механические колебания, возникающие в упругих телах под воздействием переменных сил.

Так, электродвигатель передает на фундамент вибрацию, вызываемую неуравновешенным ротором. Идеально уравновесить элементы механизмов практически невозможно, поэтому в механизмах с вращающимися частями почти всегда возникает вибрация. Резонансная вибрация вагона возникает в результате близости частоты силы воздействия на стыках рельсов к собственной частоте вагона. Вибрация по земле распространяется в виде упругих волн и вызывает колебания зданий и сооружений.

Вибрация машин может приводить к нарушению функционирования техники и вызвать серьезные аварии. Установлено, что вибрация является причиной 80% аварий в машинах, в частности, она приводит к накоплению усталостных эффектов в металлах, появлению трещин.

При воздействии вибрации на человека наиболее существенно то, что тело человека можно представить в виде сложной динамической системы. Многочисленные исследования показали, что эта дина-

мическая система меняется в зависимости от позы человека, его состояния — расслабленности или напряженности — и других факторов. Для такой системы существуют опасные, **резонансные** частоты, и если внешние силы воздействуют на человека с частотами, близкими или равными резонансным, то резко возрастает амплитуда колебаний как всего тела, так и отдельных его органов.

Для тела человека в положении сидя резонанс наступает при частоте 4—6 Гц, для головы 20—30 Гц, для глазных яблок **60—90 Гц**. При этих частотах интенсивная вибрация может привести к травматизации позвоночника и костной ткани, расстройству зрения, у женщин вызвать преждевременные роды.

Колебания вызывают в тканях организма переменные механические напряжения. Изменения напряжения улавливаются множеством рецепторов и трансформируются в энергию биоэлектрических и биохимических процессов. Информация о действующей на человека вибрации воспринимается особым органом чувств — вестибулярным аппаратом.

**Вестибулярный аппарат** располагается в височной кости черепа и состоит из преддверия и полукружных каналов, расположенных во взаимоперпендикулярных плоскостях. Вестибулярный аппарат обеспечивает анализ положений и перемещений головы в пространстве, активизацию тонуса мышц и поддержание равновесия тела. В преддверии и полукружных каналах имеются рецепторы и эндолимфа (жидкость, заполняющая каналы и преддверие). При перемещении тела и движениях головы эндолимфа оказывает неодинаковое давление на чувствительные

клетки. Поскольку полукружные каналы располагаются в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, то при любом перемещении тела и головы возбуждаются нервные клетки разных отделов вестибулярного аппарата. Нервные волокна, идущие от рецепторов вестибулярного аппарата, образуют вестибулярный нерв, который присоединяется к слуховому нерву и направляется в головной мозг. В соответствующем участке коры головного мозга в височной доле анализируются сигналы от рецепторов вестибулярного аппарата.

Перевозбуждение рецепторов выражается в так называемой «воздушной» или «морской» болезни.

При широком спектре воздействующих на человека вибраций вестибулярный аппарат может подавать ложную информацию. Это связано с особенностями гидродинамического устройства вестибулярного аппарата, не приспособившегося в ходе биологической эволюции к функционированию в условиях высокочастотных колебаний. Такая ложная информация вызывает состояние укачивания у некоторых людей, дезорганизует работу многих систем организма, что необходимо учитывать при профессиональной подготовке.

Воздействие вибрации на организм человека определяется уровнем виброскорости и виброускорения, диапазоном действующих частот, индивидуальными особенностями человека. За нулевой уровень виброскорости принята величина  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с, за нулевой уровень колебательного ускорения принята величина  $3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>, рассчитанные по порогу чувствительности организма.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на: общую, передающуюся через опор-

ные поверхности на тело сидящего или стоящего человека; локальную, передающуюся через руки человека. Длительное воздействие вибраций ведет к вибрационной болезни, довольно распространенному профессиональному заболеванию. Важно знать, что в течении **вибрационной болезни**, в зависимости от степени поражения, различают четыре стадии.

В первой, начальной стадии симптомы незначительны: слабо выраженная боль в руках, снижение порога вибрационной чувствительности, спазм капилляров, боли в мышцах плечевого пояса.

Во второй стадии усиливаются боли в верхних конечностях, наблюдается расстройство чувствительности, снижается температура и синееет кожа кистей рук, появляется потливость. При условии исключения вибрации на первой и второй стадии лечение эффективно и изменения обратимы. Третья и четвертая стадии характеризуются интенсивными болями в руках, резким снижением температуры кистей рук. Отмечаются изменения со стороны нервной системы, эндокринной системы, сосудистые изменения. Нарушения приобретают генерализованный характер, наблюдаются спазмы мозговых сосудов и сосудов сердца. Больные страдают головокружениями, головными и загрудинными болями, изменения имеют стойкий характер, необратимы.

Виброзащита человека представляет собой сложную проблему биомеханики. При разработке методов виброзащиты необходимо учитывать эмоциональное состояние человека, напряженность работы и степень его утомления.

Основная мера защиты от вибрации — виброизоляция источника колебаний. Примером являют-

ся автомобильные и вагонные рессоры. Виброактивные агрегаты устанавливаются на виброизоляторах (пружины, упругие прокладки, пневматические или гидравлические устройства), защищающих фундамент от воздействий.

Санитарные нормы и правила регламентируют предельно допустимые уровни вибрации, меры по снижению вибрации и лечебно-профилактические мероприятия. Санитарными правилами предусматривается ограничение продолжительности контакта человека с виброопасным оборудованием.

Биологическая активность вибрации используется для лечебных целей. Известно, что факторы, действующие на живые объекты, вызывают, в зависимости от интенсивности действия, противоположные по значению явления: стимуляцию биопроцессов или их угнетение. Правильно дозированные вибрации определенных частот не только не вредны, но, напротив, увеличивают активность жизненно важных процессов в организме.

При кратковременном действии вибрации наблюдается снижение болевой чувствительности. Специальный вибромассажер снимает мышечную усталость и применяется для ускорения восстановительных нервно-мышечных процессов у спортсменов.

### ***Шум. Действие шума на человека***

Механические колебания в упругих средах вызывают распространение в этих средах упругих волн, называемых акустическими колебаниями.

Энергия от источника колебаний передается частицам среды. По мере распространения волны час-

тицы вовлекаются в колебательное движение с частотой, равной частоте источника колебаний, и с запаздыванием по фазе, зависящем от расстояния до источника и от скорости распространения волны. Расстояние между двумя ближайшими частицами среды, колеблющимися в одной фазе, называется длиной волны. Длина **волны** — это путь, пройденный волной за время, равное периоду колебаний.

Упругие волны с частотами от 16 до 20 000 Гц в газах, жидкостях и твердых телах называются **звуковыми волнами**. Скорость звука в воздухе при нормальных условиях составляет 330 м/с, в воде около 1400 м/с, в стали порядка 5000 м/с. При восприятии человеком звуки различают по высоте и громкости. **Высота** звука определяется частотой колебаний: чем больше частота колебаний, тем выше звук. Громкость звука определяется его интенсивностью, выражаемой в Вт/м<sup>2</sup>. Однако субъективно оцениваемая громкость (физиологическая характеристика звука) возрастает гораздо медленнее, чем интенсивность (физическая характеристика) звуковых волн. При возрастании интенсивности звука в геометрической прогрессии воспринимаемая громкость возрастает приблизительно линейно. Поэтому обычно уровень громкости  $L$  выражают в логарифмической шкале  $L=10\lg(I/I_0)$ , где  $I_0$  — условно принятый за основу уровень интенсивности, равный  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, и оцениваемый как порог слышимости человеческого уха при частоте звука **1000 Гц** (человеческое ухо наиболее чувствительно к частотам от **1000 до 4000 Гц**). По этой шкале каждая последующая ступень звуковой энергии (уровня раздражения) больше предыдущей в 10 раз. Если

интенсивность звука больше в 10, 100, 1000 раз, то по логарифмической шкале это соответствует увеличению громкости (уровня восприятия) на 1, 2, 3 единицы. Единица измерения громкости в логарифмической шкале называется децибелом (дБ). Она примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемому ухом.

Для сравнительной оценки можно указать, что средний уровень громкости речи составляет 60 дБ, а мотор самолета на расстоянии 25 м производит шум в **120** дБ.

Минимальная интенсивность звуковой волны, вызывающая ощущение звука, называется **порогом слышимости**. Порог слышимости у разных людей различен и зависит от частоты звука.

Интенсивность звука, при которой ухо начинает ощущать давление и боль, называется **порогом болевого ощущения**. На практике в качестве порога болевого ощущения принята интенсивность звука  $100 \text{ Вт/м}^2$ , соответствующая 140 дБ.

**Шум** — совокупность звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени. Для нормального существования, чтобы не ощущать себя изолированным от мира, человеку нужен шум в 10—20 дБ. Это шум листвы, парка или леса. Развитие техники и промышленного производства сопровождалось повышением уровня шума, воздействующего на человека. В условиях производства воздействие шума на организм часто сочетается с другими негативными воздействиями: токсичными веществами, перепадами температуры, вибрацией и др.



К физическим характеристикам шума относятся: частота, звуковое давление, уровень звукового давления.

По частотному диапазону шумы подразделяются на низкочастотные — до 350 Гц, среднечастотные 350-800 Гц и высокочастотные — выше 800 Гц.

По характеру спектра шумы бывают широкополосные, с непрерывным спектром и тональные, в спектре которых имеются слышимые тона.

По временным характеристикам шумы бывают постоянные, прерывистые, импульсные, колеблющиеся во времени.

Звуковое давление  $P$  — это среднее по времени избыточное давление на препятствие, помещенное на пути волны. На пороге слышимости человеческое ухо воспринимает при частоте 1000 Гц звуковое давление  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ , на пороге болевого ощущения звуковое давление достигает  $2 \cdot 10^2 \text{ Па}$ .

Для практических целей удобной является характеристика звука, измеряемая в децибелах, — уровень звукового давления. Уровень звукового давления  $N$  — это выраженное по логарифмической шкале отношение величины данного звукового давления  $P$  к пороговому давлению  $P_0$

$$N = 20 \lg(P/P_0).$$

Для оценки различных шумов измеряются уровни звука с помощью шумомеров.

Для оценки физиологического воздействия шума на человека используется громкость и уровень громкости. Порог слышимости изменяется с частотой, уменьшается при увеличении частоты звука от 16 до

4000 Гц, затем растет с увеличением частоты до 20000 Гц. Например, звук, создающий уровень звукового давления в 20 дБ на частоте 1000 Гц, будет иметь такую же громкость, как и звук в 50 дБ на частоте 125 Гц. Поэтому звук одного уровня громкости при разных частотах имеет различную интенсивность.

Для характеристики постоянного шума установлена характеристика — уровень звука, измеренный по шкале А шумомера в дБА.

Непостоянные во времени шумы характеризуются эквивалентным (по энергии) уровнем звука в дБА, определяемым по СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Источники шума многообразны. Это аэродинамические шумы самолетов, рев дизелей, удары пневматического инструмента, резонансные колебания всевозможных конструкций, громкая музыка и многое другое.

Шум оказывает вредное воздействие на организм человека, особенно на центральную нервную систему, вызывая переутомление и истощение клеток головного мозга. Под влиянием шума возникает бессонница, быстро развивается утомляемость, понижается внимание, снижается общая работоспособность и производительность труда. Длительное воздействие на организм шума и связанные с этим нарушения со стороны центральной нервной системы рассматриваются как один из факторов, способствующих возникновению гипертонической болезни.

Под влиянием шума возникают явления утомления слуха и ослабления слуха. Эти явления с прекращением шума быстро проходят. Если же переутомление слуха повторяется систематически в течение длительного срока, то развивается тугоу-

ность. Так, кратковременное воздействие уровня 120 дБ (рев самолета), не приводит к необратимым последствиям. Длительное воздействие шума 80—90 дБ приводит к профессиональной глухоте. Тугоухость — стойкое понижение слуха, затрудняющее восприятие речи окружающих в обычных условиях. Оценка состояния слуха производится с помощью аудиометрии. **Аудиометрия** — изменение остроты слуха, — проводится с помощью специального электроакустического аппарата — аудиометра. Снижение слуха на 10 дБ человеком практически не ощущается, серьезное ослабление разборчивости речи и потеря способности слышать слабые, но важные для общения звуковые сигналы, наступает при снижении слуха на 20 дБ.

Если установлено методами аудиометрии, что в результате профессиональной деятельности произошло снижение слуха в области речевого диапазона на 11 дБ, то наступает факт профессионального заболевания — снижения слуха. Чаще всего снижение слуха развивается в течение 5—7 лет и более переутомления слуха.

Уровень шума нормируется санитарными нормами и государственными стандартами и не должен превышать допустимых значений.

### ***Инфразвук***

Упругие волны с частотой менее 16 Гц называют инфразвуком.

Медицинские исследования показали, какую опасность таят в себе инфразвуковые колебания: невидимые и неслышимые волны вызывают у человека

чувство глубокой подавленности и необъяснимого страха. Особенно опасен инфразвук с частотой около 8 Гц из-за его возможного резонансного совпадения с ритмом биотоков.

Инфразвук вреден во всех случаях — слабый действует на внутреннее ухо и вызывает симптомы морской болезни, сильный заставляет внутренние органы вибрировать, вызывает их повреждение и даже остановку сердца. При колебаниях средней интенсивности **110—150 дБ** наблюдаются внутренние расстройства органов пищеварения и мозга с самыми различными последствиями, обмороками, общей слабостью. Инфразвук средней силы может вызвать слепоту.

Наиболее мощными источниками инфразвука являются реактивные двигатели. Двигатели внутреннего сгорания также генерируют инфразвук, естественные источники инфразвука — действие ветра и волн на разнообразные природные объекты и сооружения.

В обычных условиях городской и производственной среды уровни инфразвука невелики, но даже слабый инфразвук от городского транспорта входит в общий шумовой фон города и служит одной из причин нервной усталости жителей больших городов.

Уровень инфразвука в условиях городской среды и на рабочих местах ограничивается санитарными нормами.

## ***Ультразвук***

Упругие колебания с частотой более **16 000 Гц** называются **ультразвуком**. Мощные ультразвуковые колебания низкой частоты **18—30 Гц** и

кой интенсивности используются в производстве для технологических целей: очистка деталей, сварка, пайка металлов, сверление. Более слабые ультразвуковые колебания используются в дефектоскопии, в диагностике, для исследовательских целей.

Под влиянием ультразвуковых колебаний в тканях организма происходят сложные процессы: колебания частиц ткани с большой частотой, которые при небольших интенсивностях ультразвука можно рассматривать как микромассаж; образование внутритканевого тепла в результате трения частиц между собой, расширение кровеносных сосудов и усиление кровотока по ним; усиление биохимических реакций, раздражение нервных окончаний.

Эти свойства ультразвука используются в ультразвуковой терапии на частотах 800—1000 кГц при невысокой интенсивности 80—90 дБ, улучшающей обмен веществ и снабжение тканей кровью.

Ультразвук поглощается в воздухе тем больше, чем больше его частота. Низкочастотные технологические ультразвуковые волны оказывают на людей акустическое воздействие через воздух.

При распространении ультразвука в биологических средах происходит его поглощение и преобразование акустической энергии в тепловую.

Повышение интенсивности ультразвука и увеличение длительности его воздействия могут приводить к чрезмерному нагреву биологических структур и их повреждению, что сопровождается функциональным нарушением нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, изменением свойств и состава крови. Ультразвук может разрывать молекулярные связи, так, молекула воды распадается на свобод-

ные радикалы ОН и Н, что является первопричиной окисляющего действия ультразвука. Таким же образом происходит расщепление ультразвуком высокомолекулярных соединений. Поражающее действие ультразвук оказывает при интенсивности выше 120 дБ.

При непосредственном контакте человека со средами, по которым распространяется ультразвук, возникает контактное его действие на организм человека. При этом поражается периферическая нервная система и суставы в местах контакта, нарушается капиллярное кровообращение в кистях рук, снижается болевая чувствительность. Установлено, что ультразвуковые колебания, проникая в организм, могут вызвать серьезные местные изменения в тканях — воспаление, кровоизлияния, некроз (гибель клеток и тканей). Степень поражения зависит от интенсивности и длительности действия ультразвука, а также от присутствия других негативных факторов. Наличие шума ухудшает общее состояние.

Следует отметить, что шум и вибрация усиливают токсический эффект промышленных ядов. Например, одновременное действие этанола и Ультразвука приводит к усилению неблагоприятного воздействия на центральную нервную систему.

#### **2.5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА СТАТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Существование человека в любой среде связано с воздействием на него и среду обитания электромагнитных полей. В случаях неподвижных электрических

ких зарядов мы имеем дело с электростатическими полями. При трении диэлектриков на их поверхности появляются избыточные заряды, на сухих руках накапливаются электрические заряды, создающие потенциал до 500 вольт. Земной шар заряжен отрицательно так, что между поверхностью Земли и верхними слоями атмосферы разность потенциалов составляет 400 000 вольт. Это электростатическое поле создает между двумя уровнями, отстоящими на рост человека разность потенциалов, порядка 200 вольт, однако человек этого не ощущает, так как хорошо проводит электрический ток и все точки его тела находятся под одним потенциалом.

При своем движении облака заряжаются в результате трения. Разные части грозового облака несут заряды различных знаков. Чаще всего нижняя часть облака заряжена отрицательно, в верхняя — положительно. Если облака сближаются разноименно заряженными частями, между ними проскакивает молния — электрический разряд. Проходя над Землей, грозовое облако создает на ее поверхности большие наведенные заряды. Разность потенциалов между облаком и Землей достигает огромных значений, измеряемых сотнями миллионов вольт, и в воздухе возникает сильное электрическое поле. При благоприятных условиях возникает пробой. Молния иногда поражает людей и вызывает пожары.

Заряды имеют свойство в большей степени накапливаться на остриях или телах, близких по форме остриям. Вблизи этих острий создаются высокие электрические поля. По этой причине молнии попадают в высокие отдельно стоящие объекты

(башни, деревья и т. п.) и по этой причине человеку опасно находиться на открытом пространстве во время грозы или вблизи отдельных деревьев, металлических предметов. Молнии являются также причиной около половины всех аварий в крупных линиях электропередачи. Для защиты зданий и различных сооружений от статического атмосферного электричества применяются молниеотводы. Это высокий металлический стержень с концом заостренным или в виде метелки тонких металлических прутьев. Стержень должен проходить вдоль стены здания и внизу к нему припаивается медная пластина, которая закапывается в землю. Если на здании грозовым облаком наводится заряд, он стекает через острие молниеотвода (за счет ионизации воздуха в электрическом поле у острия), уменьшая опасность попадания молнии. Если же разряд произойдет, то молния попадет в молниеотвод и уйдет в Землю, не повредив здание.

Наряду с естественными статическими электрическими полями в условиях техносферы и в быту человек подвергается воздействию искусственных статических электрических полей.

Искусственные статические электрические поля обусловлены возрастающим применением для изготовления предметов домашнего обихода, игрушек, обуви, одежды, для отделки интерьеров жилых и общественных зданий, для изготовления строительных деталей, производственного оборудования, аппаратуры, инструментов, деталей машин различных синтетических полимерных материалов, являющихся диэлектриками.



При трении диэлектриков, в результате разделения зарядов, на их поверхности могут появляться значительные нескомпенсированные положительные или отрицательные заряды. Величина заряда определяется видом диэлектрика. Особенно сильно, например, электризуется полиэтилен.

Электрические поля от избыточных зарядов на предметах, одежде, теле человека оказывают большую нагрузку на нервную систему человека. Исследования показывают, что наиболее чувствительны к электростатическим полям центральная нервная система и сердечно-сосудистая система организма. Установлено также благотворное влияние на самочувствие снятия избыточного электростатического заряда с тела человека (заземление, хождение босиком).

При функциональных заболеваниях нервной системы применяют лечение постоянным электрическим полем. Под действием внешнего строго дозированного электрического поля происходит перерастание зарядов в тканях организма, что улучшает окислительно-восстановительные процессы, лучше используется кислород, заживают раны.

Постоянные магнитные поля в обычных условиях не представляют опасности и находят применение в различных приборах магнитотерапии.

Однако, в производственных условиях при работе с постоянными магнитами, у работающих могут возникнуть нарушения в состоянии здоровья (уплощение ладоней, нарушения в вегетативной нервной системе и др.).

Постоянные магнитные поля могут быть однородными и неоднородными, пульсирующими и т.д.

и характеризуются напряженностью, магнитным потоком, магнитной проницаемостью и др.).

Установлены ПДУ постоянных магнитных полей на рабочих местах — СП 1792-77.

### ***Воздействиена человека электромагнитных полей промышленной частоты и радиочастот***

Линии электропередачи, электрооборудование, различные электроприборы — все технические системы, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, создают в окружающей среде электромагнитные поля (переменные электрические и неразрывно связанные с ними переменные магнитные поля).

Действие на организм человека электромагнитных полей определяется частотой излучения, его интенсивностью, продолжительностью и характером действия, индивидуальными особенностями организма. Спектр электромагнитных полей включает низкие частоты до 3 Гц, промышленные частоты от 3 до 300 Гц, радиочастоты от 30 Гц до 300 МГц, а также относящиеся к радиочастотам ультравысокие (УВЧ) частоты от 30 до 300 МГц и сверхвысокие (СВЧ) частоты от 300 МГц до 300 ГГц.

Электромагнитное излучение радиочастот широко используется в связи, телерадиовещании, в медицине, радиолокации, радионавигации и др.

Электромагнитные поля оказывают на организм человека тепловое и биологическое воздействие. Переменное электрическое поле вызывает нагрев ди-

электриков (хрящей, сухожилий и др.) за счет токов проводимости и за счет переменной поляризации. Выделение теплоты может приводить к перегреванию, особенно тех тканей и органов, которые недостаточно хорошо снабжены кровеносными сосудами (хрусталик глаза, желчный пузырь, мочевой пузырь). Наиболее чувствительны к биологическому воздействию радиоволн центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. При длительном действии радиоволн не слишком большой интенсивности (порядка  $10 \text{ Вт/м}^2$ ) появляются головные боли, быстрая утомляемость, изменение давления и пульса, нервно-психические расстройства. Может наблюдаться похудение, выпадение волос, изменение в составе крови.

Воздействие СВЧ-излучения интенсивностью более  $100 \text{ Вт/м}^2$  может привести к помутнению хрусталика глаза и потере зрения, тот же результат может дать длительное облучение умеренной интенсивности (порядка  $10 \text{ Вт/м}^2$ ), при этом возможны нарушения со стороны эндокринной системы, изменения углеводного и жирового обмена, сопровождающиеся похудением, повышение возбудимости, изменение ритма сердечной деятельности, изменения в крови (уменьшение количества лейкоцитов).

Действию электромагнитных полей промышленной частоты человек подвергается в производственной, городской и бытовой зонах. Санитарными нормами установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля внутри жилых зданий, на территории жилой зоны. Люди, страдающие от нарушений сна и головных болей, должны перед сном уби-

рать или отключать от сети электрические приборы, генерирующие электромагнитные поля.

Воздействие электромагнитных полей может быть изолированным — от одного источника, сочетанным — от двух и более источников одного частотного диапазона, смешанным — от двух и более источников электромагнитных полей различных частотных диапазонов, и комбинированным — в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора.

Воздействие может быть постоянным или прерывистым, общим (облучается все тело) или местным (часть тела). В зависимости от места нахождения человека относительно источника излучения он может подвергаться воздействию электрической или магнитной составляющих поля или их сочетанию, а в случае пребывания в волновой зоне — воздействию сформированной электромагнитной волны. Контроль уровней электрического поля осуществляется по значению напряженности электрического поля, выраженной в В/м. Контроль уровней магнитного поля осуществляется по значению напряженности магнитного поля, выраженной в А/м.

Энергетическим показателем для волновой зоны излучения является плотность потока энергии, или интенсивность, — энергия, проходящая через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения электромагнитной волны за одну секунду. Измеряется в Вт/м<sup>2</sup>. Нормирование уровней в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

Длительное действие электрических полей может вызывать головную боль в височной и затылочной

области, ощущение вялости, расстройство сна, ухудшение памяти, депрессию, апатию, раздражительность, боли в области сердца. Для персонала ограничивается время пребывания в электрическом поле в зависимости от напряженности поля (180 минут в сутки при напряженности 10 кВ/м, 10 минут в сутки при напряженности 20 кВ/м).

### ***Воздействие электромагнитного излучения оптического диапазона***

Электромагнитные волны в диапазоне от 400 до 760 нм называются световыми. Они действуют непосредственно на человеческий глаз, производя специфическое раздражение его сетчаткой оболочки, ведущее к световому восприятию. Тесно примыкают к видимому спектру электромагнитные волны с длиной волны менее 400 нм — ультрафиолетовое излучение, и с длиной волны более 800 нм — инфракрасное излучение. Все эти виды излучения не имеют принципиального различия по своим физическим свойствам и относятся к оптическому диапазону электромагнитных волн. Человеческий организм приспособился к восприятию естественного светового излучения и выработал средства защиты при превышении интенсивности излучения допустимого уровня: сужение зрачка, уменьшение чувствительности за счет перестройки восприятия.

Современные технические средства позволяют усиливать оптическое излучение, уровень которого может значительно превышать адаптационные возможности человека. С 60-х годов в нашу жизнь вошли оптические квантовые генераторы или лазеры.

Лазер — устройство, генерирующее направленный пучок электромагнитного излучения оптического диапазона. Широкое применение лазеров обусловлено возможностью получить большую мощность, монохроматичностью излучения, малой расходимостью луча (при освещении лазером с земли спутника на высоте 1000 км образуется пятно света диаметром всего 1,2 м). Лазеры применяются "в системах связи, навигации, в технологии обработки материалов, в медицине, в контрольно-измерительной технике, в военной технике и многих других областях. В зависимости от используемого активного элемента лазеры оптического диапазона генерируют излучение от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной области. Так, азотный лазер генерирует излучение в ультрафиолетовой области, аргоновый — в синезеленой области спектра, рубиновый — в красной, лазер на двуокиси углерода — в инфракрасной области.

По режиму работу лазеры делятся на импульсные и непрерывного действия. Лазеры могут быть малой и средней мощности, мощные и сверхмощные. Большую мощность легче получить в импульсном режиме. Для обработки материалов в технологических установках в импульсе длительностью порядка миллисекунд излучается энергия от единиц до десятков джоулей. За счет фокусировки достигается высокая плотность энергии и возможность точной обработки материалов (резка, прошивка отверстий, сварка, термообработка).

Под действием лазерного излучения происходит быстрый нагрев, плавление и вскипание жидких сред,

что особенно опасно для биологических тканей. Особенно уязвимы глаза и кожа. Непрерывное лазерное излучение оказывает в основном тепловое действие, приводящее к свертыванию белка и испарению тканевой жидкости. В импульсном режиме возникает ударная волна, импульс сжатия вызывает повреждение глубоко лежащих органов, сопровождающееся кровоизлияниями. Лазерное излучение оказывает воздействие на биохимические процессы. В зависимости от энергетической плотности облучения может быть временное ослепление или термический ожог сетчатки глаз, в инфракрасном диапазоне - помутнение хрусталика.

Повреждение кожи лазерным излучением имеет характер термического ожога с четкими границами, окруженными небольшой зоной покраснения. Могут проявиться вторичные эффекты — реакция на облучение: сердечно-сосудистые расстройства и расстройства центральной нервной системы, изменения в составе крови и обмене веществ.

Предельно допустимые уровни интенсивности лазерного облучения зависят от характеристик излучения (длины волны, длительности и частоты импульсов, длительности воздействия) и устанавливаются таким образом, чтобы исключить возникновение биологических эффектов для всего спектрального диапазона и вторичных эффектов для видимой области длин волн.

Эксплуатация лазеров должна осуществляться в отдельных помещениях, снабженных вентиляцией, удаляющей вредные газы и пары с рабочего места.

Ограждения и экраны должны предохранять окружающих от прямых и отраженных лазерных лучей.

Ультрафиолетовое излучение не воспринимается органом зрения. Жесткие ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 290 нм задерживаются слоем озона в атмосфере. Лучи с длиной волны более 290 нм, вплоть до видимой области, сильно поглощаются внутри глаза, особенно в хрусталике, и лишь ничтожная доля их доходит до сетчатки. Ультрафиолетовое излучение поглощается кожей, вызывая покраснение (эритему) и активизируя обменные процессы и тканевое дыхание. Под действием ультрафиолетового излучения в коже образуется меланин, воспринимающийся как загар и защищающий организм от избыточного проникновения ультрафиолетовых лучей.

Ультрафиолетовое излучение может привести к свертыванию (коагуляции) белков и на этом основано его бактерицидное действие. Профилактическое облучение помещений и людей строго дозированными лучами снижает вероятность инфицирования. Недостаток ультрафиолета неблагоприятно отражается на здоровье, особенно в детском возрасте. От недостатка солнечного облучения у детей развивается рахит, у шахтеров появляются жалобы на общую слабость, быструю утомляемость, плохой сон, отсутствие аппетита. Это связано с тем, что под влиянием ультрафиолетовых лучей в коже из провитамина образуется витамин Д, регулирующий фосфорно-кальциевый обмен. Отсутствие витамина Д приводит к нарушению обмена веществ. В таких случаях (например, во время полярной ночи на крайнем Севере) применяется искусственное об-



лучение ультрафиолетом как в лечебных целях, так и для общего закаливания организма.

Избыточное ультрафиолетовое облучение во время высокой солнечной активности вызывает воспалительную реакцию кожи, сопровождающуюся зудом, отеком, иногда образованием пузырей и рядом изменений в коже и в более глубоко расположенных органах.

Длительное действие ультрафиолетовых лучей ускоряет старение кожи, создает условия для злокачественного перерождения клеток.

Ультрафиолетовое излучение от мощных искусственных источников (святиющаяся плазма сварочной дуги, дуговой лампы, дугового разряда короткого замыкания и т. п.) вызывает острые поражения глаз — электроофтальмию. Через несколько часов после воздействия появляется слезотечение, спазм век, резь и боль в глазах, покраснение и воспаление кожи и слизистой оболочки век. Подобное явление наблюдается также в снежных горах из-за высокого содержания ультрафиолета в солнечном свете.

В производственных условиях устанавливаются санитарные нормы интенсивности ультрафиолетового облучения, обязательным является применение защитных средств (очки, маски, экраны) при работе с ультрафиолетом.

Инфракрасное излучение производит тепловое действие.

Инфракрасные лучи довольно глубоко (до 4 см) проникают в ткани организма, повышают температуру облучаемого участка кожи, а при интенсивном облучении всего тела повышают общую темпе-

ратуру тела и вызывают резкое покраснение кожных покровов. Чрезмерное воздействие инфракрасных лучей (вблизи от мощных источников тепла, в период высокой солнечной активности) при повышенной влажности может вызвать нарушение терморегуляции — острое перегревание, или тепловой удар. Тепловой удар — клинически тяжелый симптомокомплекс, характеризующийся головной болью, головокружением, учащением пульса, затемнением или потерей сознания, нарушением координации движений, судорогами. Первая помощь при тепловом ударе требует удаления от источника излучения, охлаждения, создания условий для улучшения кровоснабжения головного мозга, врачебной помощи.

## **2.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА**

Электрический ток — это упорядоченное движение электрических зарядов. Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна разности потенциалов, т. е. напряжению на концах участка и обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи.

Прикоснувшись к проводнику, находящемуся под напряжением, человек включает себя в электрическую цепь, если он плохо изолирован от земли или одновременно касается объекта с другим значением потенциала. В этом случае через тело человека проходит электрический ток.

Характер и глубина воздействия электрического тока на организм человека зависит от силы и рода

тока, времени его действия, пути прохождения через тело человека, физического и психологического состояния последнего. Так, сопротивление человека в нормальных условиях при сухой неповрежденной коже составляет сотни килоом, но при неблагоприятных условиях может упасть до 1 килоома.

Пороговым (ощутимым) является ток около 1 мА. При большем токе человек начинает ощущать неприятные болезненные сокращения мышц, а при токе 12—15 мА уже не в состоянии управлять своей мышечной системой и не может самостоятельно оторваться от источника тока. Такой ток называется неотпускающим. Действие тока свыше 25 мА на мышечные ткани ведет к параличу дыхательных мышц и остановке дыхания. При дальнейшем увеличении тока может наступить фибрилляция (судорожное сокращение) сердца. Ток 100 мА считают смертельным.

Переменный ток более опасен, чем постоянный. Имеет значение то, какими участками тела человек касается токоведущей части. Наиболее опасны те пути, при которых поражается головной или спинной мозг (голова — руки, голова — ноги), сердце и легкие (руки — ноги). Любые электроработы нужно вести вдали от заземленных элементов оборудования (в том числе водопроводных труб, труб и радиаторов отопления), чтобы исключить случайное прикосновение к ним.

Характерным случаем попадания под напряжение является соприкосновение с одним полюсом или фазой источника тока. Напряжение, действующее при этом на человека, называется напряжением

**прикосновения.** Особенно опасны участки, расположенные на висках, спине, тыльных сторонах рук, голенях, затылке и шее.

Повышенную опасность представляют помещения с металлическими, земляными полами, сырые. Особенно опасные — помещения с парами кислот и щелочей в воздухе. Безопасными для жизни является напряжение не выше 42 В для сухих, отопляемых с токонепроводящими полами помещений без повышенной опасности, не выше 36 В для помещений с повышенной опасностью (металлические, земляные, кирпичные полы, сырость, возможность касания заземленных элементов конструкций), не выше 12 В для особо опасных помещений, имеющих химически активную среду или два и более признаков помещений с повышенной опасностью.

В случае, когда человек оказывается вблизи упавшего на землю провода, находящегося под напряжением, возникает опасность поражения **шаговым напряжением**. Напряжение шага — это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Такую цепь создает растекающийся по земле от провода ток. Оказавшись в зоне растекания тока, человек должен соединить ноги вместе и не спеша выходить из опасной зоны так, чтобы при передвижении ступня одной ноги не выходила полностью за ступню другой. При случайном падении можно коснуться земли руками, чем увеличить разность потенциалов и опасность поражения.

Действие электрического тока на организм характеризуется основными поражающими факторами:

— электрический удар, возбуждающий мышцы тела, приводящий к судорогам, остановке дыхания и сердца;

— электрические ожоги, возникающие в результате выделения тепла при прохождении тока через тело человека; в зависимости от параметров электрической цепи и состояния человека может возникнуть покраснение кожи, ожог с образованием пузырей или обугливанием тканей; при расплавлении металла происходит металлизация кожи с проникновением в нее кусочков металла.

Действие тока на организм сводится к нагреванию, электролизу и механическому воздействию. Это может служить объяснением различного исхода электротравмы при прочих равных условиях. Особенно чувствительна к электрическому току нервная ткань и головной мозг. Механическое действие приводит к разрыву тканей, расслоению, ударному действию испарения жидкости из тканей организма.

При термическом действии происходит перегрев и функциональное расстройство органов на пути прохождения тока.

Электролитическое действие тока выражается в электролизе жидкости в тканях организма, изменении состава крови.

Биологическое действие тока выражается в раздражении и перевозбуждении нервной системы.

При поражении человека электрическим током нужно освободить пострадавшего от проводника с током. В первую очередь следует обесточить проводник. Если отключить его невозможно, надо срочно отделить от него пострадавшего, используя сухие палки, веревки и другие средства. Можно взять

пострадавшего за одежду, если она сухая и отстает от тела, не прикасаясь при этом к металлическим предметам и частям тела, не покрытым одеждой. При оказании помощи надо изолировать себя от «земли», встав на непроводящую ток подставку (сухая доска, сухая резиновая обувь и т. п.), и обернуть руки сухой тканью. Пострадавшему обеспечить покой и наблюдение за пульсом и дыханием.

С тех пор, как была установлена возможность возникновения при электротравме клинической смерти, необходимо при отсутствии пульса и дыхания осуществлять реанимационные мероприятия — искусственную вентиляцию легких (наиболее эффективно — способом изо рта в рот) и непрямой, или закрытый, массаж сердца. Эти мероприятия необходимо проводить до восстановления работы сердца и самостоятельного дыхания, до оказания квалифицированной медицинской помощи, или до появления трупных пятен (т.е. непосредственных признаков биологической смерти).

При наличии изменений тканей в месте воздействия электрического тока, накладывают сухую асептическую повязку на пораженную часть туловища.

Чтобы избежать поражения электрическим током, необходимо все работы с электрическим оборудованием и приборами проводить после отключения их от электрической сети.

## ***2.7. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ***

Радиоактивные излучения (альфа-, бета-частицы, нейтроны, гамма-кванты) обладают различной проникающей и ионизирующей способностью. Наимень-

шей проникающей способностью обладают альфа-частицы (ядра гелия), длина пробега которых в ткани человека составляет доли миллиметра и в воздухе — несколько сантиметров. Они не могут даже пройти через лист бумаги, но обладают наибольшей ионизирующей способностью. Бета-частицы по сравнению с альфа-частицами обладают большей проникающей способностью (длина пробега в воздухе составляет метры) и уже задерживаются не бумагой, а более твердыми материалами (алюминий, оргстекло и др.). Однако ионизирующая способность бета-частиц (электроны, позитроны) в 1000 раз меньше альфа-частиц и при пробеге в воздухе на 1 см пути образует несколько десятков пар ионов. Гамма-кванты по своей природе относятся к электромагнитным излучениями и обладают большой проникающей способностью (в воздухе до нескольких километров); их ионизирующая способность существенно меньше, чем у альфа- и бета-частиц. Нейтроны (частицы ядра атома) обладают также значительной проникающей способностью, что объясняется отсутствием у них заряда. Их ионизирующая способность связана с так называемой «наведенной радиоактивностью», которая образуется в результате «попадания» нейтрона в ядро атома вещества и тем самым нарушит его стабильность, образует радиоактивный изотоп. Ионизирующая способность нейтронов при определенных условиях может быть аналогичной альфа-излучению.

Ионизирующие излучения, обладающие большой проникающей способностью представляют опасность в большей степени при внешнем облучении, а альфа- и бета-излучения при непосредственном

воздействии на ткани организма при попадании внутрь организма с вдыхаемым воздухом, водой, пищей.

При внешнем облучении всего тела или отдельных его участков (местном воздействии) или внутреннем облучении человека или животных в поражающих дозах может развиваться заболевание, называемое лучевой болезнью.

В настоящее время лучевое поражение людей может быть связано с нарушением правил и норм радиационной безопасности при выполнении работ с источниками ионизирующих излучений, при авариях на радиационноопасных объектах, при ядерных взрывах и др. В зависимости от полученной дозы и длительности облучения у пострадавших может развиваться острая или хроническая лучевая болезнь.

Острая лучевая болезнь развивается при однократном тотальном облучении тела в поражающих дозах свыше 100 рад (1 грей). По тяжести течения различают легкую, средней тяжести, тяжелую и крайне тяжелую формы острой лучевой болезни. В настоящее время считается, что при относительно равномерном гамма-облучении острая лучевая болезнь в легкой форме развивается при дозе 100—200 рад (1—2 грея), средней тяжести — 200—400 рад (2—4 грея), в тяжелой форме при дозе облучения 400—600 рад (4—6 грей) и крайне тяжелая форма при дозе свыше 600 рад (6 грей).

Лучевая болезнь всегда имеет затяжной характер. При этом выделяют четыре периода течения болезни: первичной лучевой реакции, скрытый период или период мнимого благополучия, период выраженных клинических проявлений и период выздоровления.



Для тяжелой формы лучевой болезни характерны быстрое начало и бурное развитие клинических признаков первичной реакции, которая развивается в первые часы после облучения и длится от нескольких часов до нескольких дней. При этом пострадавшие жалуются на резкую слабость, головную боль, головокружение, сильную жажду, тошноту. Через полчаса или позже появляется рвота, иногда принимающая неукротимый характер. Больные становятся беспокойны, возбуждены, а впоследствии заторможены, вялы; у одних возможна бессоница, у других развивается сонливость. У больных повышается температура тела, отмечается повышенная потливость, гиперемия (покраснение) кожи и выраженное кровенаполнение сосудов склер (глаз); учащается пульс, снижается артериальное давление, а в крайне тяжелых случаях возможно его падение вплоть до коллаптоидного состояния. Кроме того у пострадавших отмечается повышенное выделение мочи (полиурия) и жидкий стул 2—3 раза в сутки.

В период мнимого благополучия самочувствие больных улучшается, прекращается рвота, появляется аппетит. Улучшается сон. Уменьшаются головные боли и головокружение. Температура нормализуется или слегка повышена. Однако больные жалуются на слабость и быструю утомляемость, у них сохраняется частый пульс, пониженное артериальное давление. Отмечаются специфические изменения в крови.

Разгар лучевой болезни при тяжелой форме течения отмечается через 10—20 суток после облучения. В этот период самочувствие больных резко ухудшается, нарастает слабость, апатия, бессони-

ца, исчезает аппетит; иногда у больных отмечаются слуховые и зрительные галлюцинации; вновь повышается температура. В этот период отмечается снижение веса тела, т.е. формируется лучевая кахексия (истощение), отмечаются кожные кровоизлияния. Через 2 недели от начала заболевания выпадают волосы, иногда до полного облысения. Слизистые оболочки полости рта и носа изъязвляются, десны кровоточат. Отмечаются носовые кровотечения и кровоизлияния в сетчатку глаз и другие ткани. В особо тяжелых случаях живот вздут, при надавливании болезнен. Артериальное давление снижено, пульс слабый и частый. Выделение мочи снижено, стул жидкий, иногда кровавого характера. Имеются специфические изменения в периферической крови и костном мозге больных. Иммуитет у больных к инфекциям резко снижен, в силу чего у них могут развиваться септические состояния. При неблагоприятных случаях течения лучевой болезни может наступить смерть больного от остановки сердца или паралича дыхания. При благоприятном течении болезни спустя 4—6 недель после облучения начинается период выздоровления, который длится в течение нескольких месяцев. Выздоровление происходит крайне медленно: нормализуются температура, сон, уменьшается слабость, появляется аппетит и постепенно нарастает вес.

При поражении средней тяжести отмечаются менее выраженные явления первичной реакции, особенно рвота (появляется через 30 минут — 3 часа). Период мнимого благополучия более растянут и может длиться 3—4 недели. Температура тела повы-

шается незначительно. В период разгара лучевой болезни средней тяжести волосы выпадают только на отдельных участках, изъязвления кожи и слизистых оболочек, как правило, отсутствуют.

Легкая форма лучевой болезни сопровождается слабо выраженной первичной реакцией или ее отсутствием. После облучения у больных через 1,5 — 3 недели появляются слабость, быстрая утомляемость, головные боли, потливость. У пострадавших не отмечается кровоточивости, изъязвлений кожи и слизистых оболочек; выздоровление идет как правило достаточно полно и быстро.

В период разгара лучевой болезни у больных возможны осложнения в виде воспаления легких и развития септических состояний, кровоизлияния в мозг и другие органы. Все лица, перенесшие лучевую болезнь длительное время остаются легко истощаемыми, эмоционально неуравновешенными, со сниженной устойчивостью организма к неблагоприятным факторам среды.

У некоторых облученных могут развиваться в отдаленные сроки последствия облучения в виде лейкоза, злокачественных опухолей, генетических нарушений и др.

### **Раздел 3**

## **БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **3.1. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ И РИСК. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ОПАСНОСТИ**

Безопасность жизнедеятельности человека в производственной среде связана с оценкой опасности технических систем и технологией. Научно-технический прогресс вводит в городскую и бытовую сферы технические средства, удовлетворяющие разнообразные растущие потребности человека. Производственная среда насыщается все более мощными техническими системами и технологиями, которые делают труд человека более производительным и менее тяжелым физически. При этом сохраняет силу аксиома: потенциальная опасность является универсальным свойством взаимодействия человека со средой обитания и ее компонентами, все производственные процессы и технические средства потенциально опасны для человека. Всегда существует индивидуальная опасность — вероятность гибели от несчастного случая.

Ежегодно 300—400 тысяч человек в нашей стране получают травмы на производстве, из них 7—10 тысяч — смертельные, еще 12—15 тысяч человек становятся инвалидами труда. Десятки тысяч человек погибают ежегодно в дорожно-транспортных

происшествиях. Каждый третий пожар возникает из-за неисправности бытовых приборов.

Характер потенциальной опасности меняется на всем пути развития человечества от чисто природных, естественных, факторов вначале до многочисленных негативных факторов антропогенного происхождения (высокие скорости и энергии, электрический ток, излучения, высокие температуры и др.) в современном, обитающем в техносферечеловеческом обществе.

Потенциальную опасность можно оценить с помощью риска. Риск — вероятность реализации опасности. Так, риск для<sup>1</sup> человека пострадать в автомобильной катастрофе составляет  $10^{-4}$  1/год, от удара молнии  $10^{-7}$  1/год. Это означает, что в течение ГОДА существует вероятность погибнуть в результате автокатастрофы одному человеку из  $10^4$  человек и в результате удара молнии одному человеку из  $10^7$  человек, находящихся в сходных условиях. Многолетние статистические данные позволяют оценить риск во многих сферах человеческой деятельности.

Состояние безопасности предполагает отсутствие риска, то есть отсутствие возможности реализации опасности. На практике полная безопасность недостижима пока существует источник опасности. Обеспечение безопасности осуществляется снижением риска опасности до некоторого условленного приемлемого уровня. Риск может оставаться длительное время нереализованным или проявиться в форме несчастного случая. Для современных технических систем повышенной энергетической мощности устанавливается вероятность реализации опасности для человека на уровне не более  $10^{-8}$ – $10^{-6}$  1/год.

Основной характеристикой уровня безопасности является величина допустимого (остаточного) риска для человека. На практике допустимый риск часто устанавливается в соответствии с достигнутым в наиболее благополучных аналогичных системах «человек — техническая система». Так, например, вероятность тяжелых аварий на АЭС не должна превышать  $10^{-5}$ – $10^{-7}$  на 1 реактор-год. Обеспечивается допустимый риск комплексом мероприятий: технических, технологических и организационных, — позволяющих свести к минимуму причины возникновения опасности.

В каждом конкретном случае возникновение опасности в технической системе имеет многопричинный характер. Основная доля причин приходится на неправильные действия людей, примерно пятая часть их связана с техникой. К группе «человеческого фактора» относятся:

- недостатки в профессиональной подготовке и слабые навыки действий в сложных ситуациях;
- отклонения от нормативных требований в организации и технологии производства;
- технологическая недисциплинированность исполнителей;
- слабый контроль или неисполнительность в проведении регламентных испытаний оборудования и поверки контрольно-измерительной аппаратуры;
- наличие факторов дискомфорта в работе, вызывающих процессы торможения, утомления, перенапряжения организма человека и т. п.;
- неиспользование необходимых средств индивидуальной защиты и безопасности.

Опасности технического характера обусловлены:

- неисправностью технических средств;
- недостаточной надежностью сложных технических систем;
- несовершенством конструктивного исполнения и недостаточной эргономичностью рабочих мест;
- отсутствием или неисправностью контрольно-измерительной аппаратуры и средств сигнализации.

В процессе своей деятельности человек имеет дело с высокими уровнями энергии (электрической, тепловой, механической, радиационного и электромагнитного излучения) и вредных веществ.

Возможность неконтролируемого выхода энергии, накопленной в материалах и технических системах, значительно усиливает их опасность.

### **3.2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ**

Опыт взаимодействия человека с техническими системами позволяет идентифицировать травмирующие и вредные факторы, а также выработать методы оценки вероятности появления опасных ситуаций. Прежде всего, это накопление статистических данных об аварийности и травматизме (табл. 15), различные способы преобразования и обработки статистических данных, повышающие их информативность. Недостатком этого метода является его ограниченность, невозможность экспериментирования и неприменимость к оценке опасности новых технических средств и технологий.

Значительное развитие и практическое применение получила теория надежности. Надежность —

Таблица 15

Вероятность индивидуального смертельного риска  
в различных сферах деятельности [15]

Вид деятельности	Риск
Автомобильные катастрофы	<b>0,001</b>
Преступления	<b>0,0004</b>
Добыча угля	<b>0,00088</b>
Строительство	<b>0,000092</b>
Сельское хозяйство	<b>0,000087</b>
Молния	<b>0,0000001</b>






это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, позволяющих выполнять требуемые функции. Для количественной оценки надежности применяют вероятностные величины.






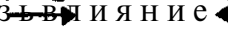
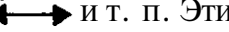
Одно из основных понятий теории надежности — отказ. Отказ — это нарушение работоспособного состояния технического устройства из-за прекращения функционирования или из-за резкого изменения его параметров. В теории надежности оценивается вероятность отказа, то есть вероятность того, что техническое средство откажет в течение заданного времени работы. Для современных технических систем интенсивность отказов лежит в пределах  $10^{-7}$ — $10^{-8}$  1/час. Теория надежности позволяет оценить срок службы, по окончании которого техническое средство вырабатывает свой ресурс и должно подвергнуться капитальному ремонту, модернизации или замене. Техническим ресурсом называется продолжительность непрерывной или суммар-



ной периодической работы от начала эксплуатации до наступления предельного состояния. Количественная информация о надежности накапливается в процессе эксплуатации технических систем и используется в расчетах надежности. При этом выявляются ненадежные элементы и факторы, ускоряющие или вызывающие отказы, слабые места в конструкции; вырабатываются рекомендации по улучшению устройств и оптимальным режимам их работы.

Возможности электронно-вычислительной техники позволяют развивать метод моделирования опасных ситуаций. Моделирование оперирует формализованными понятиями. Формализация — это упорядоченное и специальным образом организованное представление исследуемых объектов с помощью различных физических и геометрических знаков. Формализации подвергаются статистические данные о происшествиях, структура и закономерности функционирования технических систем.

Для построения моделей используется ряд графических символов. Например [2], символы   Q характеризуют состояние, свойство или событие. Символами    обозначаются исходное или конечное событие.

Знак «или»   знак «и»   имеет отношение  связь  и влияние  и т. п. Эти символы используются для построения диаграмм с узлами и взаимосвязью между ними. В качестве узлов подразумеваются события, свойства и состояния элементов системы «человек — машина», логические условия их реализации и преобразования. Взаимосвязь между узлами диаграммы изображают реб-

рами, с помощью которых образуются ветви. Широкое распространение получила диаграмма ветвящейся структуры, называемая «дерево событий». Диаграмма включает одно нежелательное событие-происшествие, которое размещается вверху и соединяется с другими событиями-предпосылками с помощью соответствующих связей и логических условий. Узлами дерева служат как события, так и условия. Для реализации происшествия необходимо одновременное выполнение трех условий: наличие источника опасности, присутствие человека в зоне действия источника опасности, отсутствие у человека защитных средств.

Рассмотрим процедуру построения дерева, его качественный и количественный анализ на примере [2] (рис. 8).

Будем считать, что для гибели человека от электрического тока необходимо и достаточно включение его тела в цепь, обеспечивающую прохождение смертельного тока. Следовательно, чтобы произошел несчастный случай (событие А), необходимо одновременное выполнение по крайней мере трех условий: наличие потенциала высокого напряжения

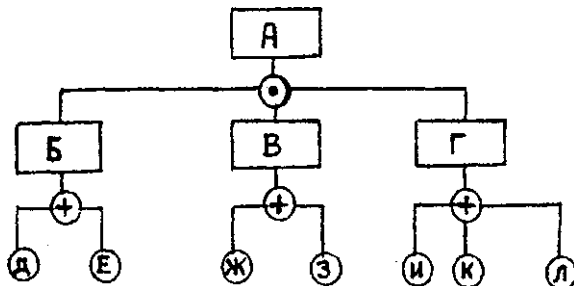


Рис. 8

на металлическом корпусе электроустановки (событие Б), появление человека на заземленном проводящем основании (событие В), касание человека корпуса электроустановки (событие Г).

В свою очередь событие Б может быть следствием любого из событий — предпосылок Д и Е, например, нарушение изоляции или смещение неизолированного контакта и касание им корпуса. Событие В может появиться как результат предпосылок Ж и З, когда человек становится на заземленное проводящее основание или касается телом заземленных элементов помещения. Событие Г может явиться одной из трех предпосылок И, К и Л — ремонт, техобслуживание или работа установки.

Анализ дерева событий состоит в выявлении условий, минимально необходимых и достаточных для возникновения или невозникновения головного события. Модель может давать несколько минимальных сочетаний исходных событий, приводящих в совокупности к данному происшествию. В данном примере имеются двенадцать минимальных аварийных сочетаний: ДЖИ, ДЖК, ДЖЛ, ДЗИ, ДЗК, ДЗЛ, ЕЖИ, ЕЖК, ЕЖЛ, ЕЗИ, ЕЗК, ЕЗЛ и три минимальных секущих сочетания, исключающих возможность появления происшествия при одновременном отсутствии образующих их событий: ДЕ, ЖЗ, ИКЛ.

Аналитическое выражение условий появления исследуемого происшествия имеет вид  $A = (Д + Е)(Ж + З)(И + К + Л)$ . Подставив вместо буквенных символов вероятности соответствующих предпосылок, можно получить оценку риска гибели человека от электрического тока в конкретных условиях.

Например, при равных вероятностях  $P(D) = P(E) = \dots = P(L) = 0,1$  вероятность гибели человека от электрического тока в рассматриваемом случае

$$P(A) = (0,1 + 0,1)(0,1 + 0,1)(0,1 + 0,1 + 0,1) = 0,012.$$

Таким образом может быть рассчитана вероятность несчастного случая или аварии на производстве.

Практический интерес представляет построение дерева причин несчастного случая с подобным проведением анализа предшествующих событий, которые привели к нему. При этом выделяются случайные предшествующие события, устанавливаются связи между ними, анализируются факторы, носящие постоянный характер. Логическая структура дерева такова, что при отсутствии хотя бы одного из предшествующих событий, несчастный случай произойти не может. При составлении дерева причин могут быть выявлены потенциально опасные факторы, не проявившие себя. Таким образом можно предотвратить повторение аналогичного несчастного случая.

Для сложных систем анализ может производиться методом дерева отказов, в котором диаграмма показывает события и условия как логические следствия других событий и условий.

Достоинством такого моделирования опасностей являются простота, наглядность и легкость математической алгоритмизации исследуемых производственных процессов и технических систем.

На практике разрабатываются и применяются различные методы моделирования опасных ситуаций.

Оценка вероятности опасных ситуаций в системе «человек — техническая система» на стадии проек-

тирования производства, технологий и технических систем позволяет повысить их безопасность.

Для этой цели разрабатываются программы исследований факторов риска, испытания технических средств на соответствие требованиям безопасности.

В случае невозможности надежного теоретического анализа применяются экспертные оценки. Методы экспертного оценивания используются при исследовании достаточно сложных объектов, когда имеются трудности в создании достоверных моделей функционирования больших систем. Эти трудности могут возникнуть из-за сложности и трудоемкости решения задач оптимизации, а также, как это часто бывает, из-за совмещения в технических решениях принципов различных областей науки. Эксперты являются специалистами в конкретных областях знания и могут указать более предпочтительные варианты решений. Для обеспечения объективности оценки разработаны способы получения экспертной информации: парные и множественные сравнения, ранжирование, классификации. Экспертам предъявляются пары или множество объектов и предлагается указать более предпочтительные из них, при ранжировании предлагается упорядочить по предпочтениям множество объектов. Эксперт может дать количественную оценку предпочтения; анализ и обработка экспертной информации проводится с помощью математических методов.

Применяя различные методы, можно проводить систематические исследования на стадии проектирования и в ходе эксплуатации как целого предприятия, так и отдельной технической единицы.

Проверка качества проектируемых технических средств проводится испытанием опытных образцов, а затем, в процессе эксплуатации, периодически испытаниями серийных образцов в условиях, приближенных к реальным условиям максимальных негативных воздействий (механических, климатических и др.). Эти условия создаются с помощью вибростендов, климатических камер и т. д. Выявление, анализ и устранение дефектов повышает надежность технологий и технических систем. Классификации отказов на этапе проектирования и производства позволяют определить факторы, имеющие преобладающее значение в формировании причин опасных ситуаций.

### **3.3. НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Анализ причин появления опасности для человека при его взаимодействии с техническими системами позволяет выделить причины — организационные и технические. Для устранения организационных причин совершенствуется технологический процесс, уточняются процедуры подготовки и контроля операторов. При этом техническая система рассматривается как замкнутая система, взаимодействующая с окружающей средой. В этом случае под окружающей средой понимается комплекс условий на каждом этапе жизненного цикла системы. В комплекс условий включаются все возможные факторы, воздействующие на систему, в том числе профессионализм конструкторов, технологические фак-

торы производственного процесса изготовления, режимы эксплуатации (электрические, тепловые и др.). Объективной закономерностью является то, что при переходе от этапа к этапу в жизненном цикле технической системы количество воздействующих на систему факторов возрастает, увеличивается и степень жесткости их влияния. Это ведет к уменьшению надежности и увеличению опасности в цепочке «человек—техническая система—окружающая среда», что делает задачу обеспечения безопасности технических систем чрезвычайно сложной.

На практике необходимый уровень безопасности технических средств и технологических процессов устанавливается системой государственных стандартов безопасности труда (ССБТ) с помощью соответствующих показателей. Стандарты формулируют общие требования безопасности, а также требования безопасности к различным группам оборудования, производственных процессов, требования к средствам обеспечения безопасности труда.

Нормативные показатели безопасности во всех сферах труда разрабатываются в соответствии с санитарными нормами и вводятся посредством соответствующих государственных стандартов (ГОСТ). Так, например, внедрение новой техники увеличило интенсивность шума и вибрации и расширило диапазон частот в ультра и инфразвуковых частях спектра колебаний. Это вызвало необходимость разработки и включения в ГОСТ нормативов допустимых уровней ультра- и инфразвука на производстве.

Соответствующие нормативы, гарантирующие безопасное взаимодействие человека с техническими

системами и технологическими процессами, установлены для электромагнитных полей, электрического напряжения и тока, излучений оптического диапазона, ионизирующих излучений, химических, биологических и психофизических опасных и вредных факторов. При разработке технических средств и технологий применяются все возможные меры для снижения опасных и вредных факторов ниже предельно допустимого уровня. Для каждого технического средства разрабатываются правила эксплуатации, гарантирующие безопасность при их выполнении. Для каждой технологической операции также разрабатываются правила техники безопасности.

Технические системы и технологии представляют опасность для человека своим опосредованным действием, так как современное производство сопровождается загрязнением окружающей среды, во взаимодействии с которой живет человек. Проблемы охраны окружающей среды требуют государственного законодательного регулирования, контроля на региональном уровне с участием общественности. Это связано с тем, что однозначное определение источников и размеров экологического ущерба в каждом конкретном случае представляет значительные трудности. Кроме того, обеспечение экологической безопасности производственных процессов и технических средств требует расходов, повышающих их стоимость, и может быть экономически целесообразным только при адекватном возмещении виновниками экологического ущерба, нанесенного окружающей среде.

Организационно-правовой формой предупредительного контроля является экологическая экспертиза.



Государственная экологическая экспертиза представляет собой рассмотрение и оценку проектной документации, а также новой техники, технологии, материалов с позиции их соответствия экологическим нормативам, проводимое государственными органами и экспертными комиссиями. Государственная экологическая экспертиза является обязательной мерой охраны окружающей природной среды, предшествующей принятию хозяйственного решения, осуществление которого может оказать вредное воздействие на окружающую природную среду [16]. Помимо государственной, в ряде случаев проводится общественная экологическая экспертиза научными коллективами, общественными организациями по их инициативе. Задачей общественной экспертизы является привлечение внимания государственных органов к определенному объекту, широкое распространение научно обоснованной информации о его потенциальной экологической опасности. Заключение общественной экологической экспертизы носит рекомендательный, информационный характер. После утверждения органами государственной экологической экспертизы заключение становится юридически обязательным. В общественную экспертную комиссию могут входить представители общественности, ученые, деятели культуры.

Основными экологическими нормативными показателями предприятий, технических средств, технологий являются предельно допустимые выбросы и предельно допустимые сбросы.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) в атмосферу устанавливают для каждого источника загряз-

нения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника с учетом рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрацию, превышающую их предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира.

Для атмосферного воздуха населенных мест нормируются максимально разовая и среднесуточная ПДК (список № 3086-84). При отсутствии данных о загрязняющих веществах в этом списке нормирование производится по ориентировочному безопасному уровню воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (список №4417-87).

Максимально разовая ПДК является основной характеристикой опасности вредных веществ, не обладающих кумулятивным вредным действием. В случаях, когда в воздухе находится одновременно несколько вредных веществ, ПДК устанавливают с учетом того, что некоторые из них оказывают взаимоусиливающее действие: ацетон и фенол, диоксид серы и фенол, диоксид азота и формальдегид, диоксид серы и диоксид азота, диоксид серы и сероводород, циклогексан и бензол и др.

При выбросах объектами вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения в атмосфере в более токсичные вещества, расчеты необходимо производить с учетом образования новых токсичных веществ.

В соответствии с СН 369-74 наибольшая концентрация каждого вредного вещества в мг/м<sup>3</sup> в приземном слое атмосферы не должна превышать макси-

мальной разовой предельно допустимой концентрации данного вредного вещества, установленной СН 245-71. При одновременном совместном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — концентрация вредных веществ, в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности в  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$  — соответствующие предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Максимальная приземная концентрация вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях достигается на оси факела выброса по направлению среднего ветра. При этом существуют значения опасной скорости ветра, когда возможно накопление вредных веществ на некотором расстоянии от источника выброса. Концентрация примесей в воздухе тем меньше, чем выше источник выброса (устье заводской трубы) над уровнем земли и больше разность температур выбрасываемых аэрозолей и окружающей среды, чем лучше условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе. Эти обстоятельства определяют вид формулы для расчета ПДВ от конкретных источников загрязнений. Если в воздухе городов или других населенных пунктов концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения ПДВ по причинам объективного

характера в настоящее время не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выбросов от действующих предприятий до значений, обеспечивающих соблюдение ПДК или полного предотвращения выбросов.

На каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливаются временно согласительные выбросы вредных веществ (ВСВ) на уровне выбросов предприятий с наилучшей достигнутой технологией и технологическими процессами.

При установлении ПДВ (ВСВ) учитывается перспектива развития предприятия, физико-географические и климатические условия местности, взаимное расположение промышленных и жилых зон. Пересматриваются ПДВ каждые пять лет.

Если невозможно устранить или существенно уменьшить выбросы вредных веществ от отдельных объектов, в территориально-ведомственных планах должны предусматриваться сроки вывода этих объектов из жилых зон городов, изменение профиля производства этих объектов или организация для них санитарно-защитных зон.

Предельно-допустимый сброс (ПДС) вещества в водный объект — это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Нормы устанавливаются с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями. ПДК веществ в водных объектах — это такая кон-

центрация веществ в воде в мг/л, выше которой она становится непригодной для пользования. Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения запрещено сбрасывать в водные объекты сточные воды, содержащие вещества, для которых ПДК не установлены. В этих случаях необходимо обеспечить исследования для изучения степени вредности и обоснования ПДК вредных веществ. ПДК может быть разной в зависимости от назначения водоемов: водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения и водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

Постановлением правительства 1937 г. «О санитарной охране водопроводов и источников водоснабжения» предусматривается образование зон санитарной охраны источников водоснабжения. Для охраны и улучшения гидрологического режима, благоустройства рек, озер, водохранилищ и их прибрежных территорий, устанавливается специальный режим охраны вод от загрязнения. Размер зоны зависит от протяженности русла реки и колеблется от 100 до 500 м.

В качестве критериев оценки загрязненности почв предусмотрено установление нормативов предельно допустимых концентраций вредных химических, бактериальных, паразитарно-бактериальных и радиоактивных веществ в почве. Миграция вредных веществ в почве осуществляется в основном в результате диффузии или массопереноса. ПДК загрязняющих веществ в почве выражается в мг/кг.

Например, ПДК для свинца составляет 30 мг/кг, для ртути 2,1 мг/кг [28].

В тех случаях, когда предприятия проводят работы, связанные с нарушением земель, они обязаны

обеспечить снятие, использование и сохранение плодородного слоя почвы, а по окончании работ провести рекультивацию нарушенных земель, восстановление их плодородия и других полезных свойств земли.

Острой экологической проблемой является размещение быстро растущего количества отходов и очистка старых свалок. Решить проблему может только снижение количества производимых отходов, внедрение безотходных технологий.

В США захоронение и сжигание отходов оказывается в три раза дороже, чем переработка отходов и восстановление вторичных материалов — утилизация. Так, одна бутылка может быть в употреблении до тридцати раз.

Задачу утилизации облегчает отдельный сбор отходов. Одной из проблем захоронения отходов является образование попутных газов — метана и двуокиси углерода, которые могут приводить к взрывам и пожарам и требуют специального отвода.

Комплексные экологические требования применительно к каждому отдельному предприятию конкретизируются в его экологическом паспорте. Экологический паспорт промышленного предприятия — это нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием ресурсов (природных, вторичных и др.) и определению влияния его производства на окружающую среду.

Экологический паспорт разрабатывается предприятием и согласуется с территориальными органами.

Основой для разработки экологического паспорта являются основные показатели производства, проекты расчетов ПДВ, нормы ПДС, разрешение на природопользование, паспорта газо- и водоочис-

тных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, формы государственной статистической отчетности.

В экологический паспорт включаются общие сведения о предприятии, об объеме промышленного производства и о технологическом регламенте, то есть о расходе сырья и вспомогательных материалов по видам продукции, и о характере готовой продукции. Такие данные позволяют объективно оценить содержание выбросов предприятия и предполагаемое количество отходов. Информация о выбросах и сбросах, об отходах, образующихся на предприятиях, а также характеристика полигонов и накопителей отходов дается в виде приложения к экологическому паспорту. Экологический паспорт содержит сведения об использовании земельных ресурсов, данные баланса водопотребления и водоотведения, расчет платежей за загрязнение окружающей среды. Данные о полученных разрешениях на содержание загрязнений в выбросах и сбросах должны быть в экологическом паспорте. В случае загрязнения природной среды без надлежащего оформления вся масса загрязняющих веществ рассматривается как сверхнормативная и плата за загрязнение определяется по нормативам платы за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ.

#### **3.4. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Общие направления повышения безопасности и экологичности технических систем и технологичес-

ких процессов установлены санитарными нормами и предусматривают [2]:

- замену вредных веществ безвредными или менее вредными;
- замену сухих способов переработки и транспортировки пылящих материалов мокрыми;
- замену технологических операций, связанных с возникновением шума, вибраций и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых обеспечены отсутствие или меньшая интенсивность этих факторов;
- замену пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива газообразным;
- герметизацию оборудования и аппаратуры;
- полное улавливание и очистку технологических выбросов, очистку промышленных стоков от загрязнения;
- тепловую изоляцию нагретых поверхностей и применение средств защиты от лучистого тепла.

Важным направлением в защите окружающей среды является разработка малоотходных и безотходных технологий. Такой переход к малоотходным технологиям позволяет осуществлять проектирование и выпуск технологического оборудования с замкнутыми циклами движения жидких и газообразных веществ. Технологии с рециркуляцией газов внедрены, например, в производстве удобрений, это резко сокращает выбросы вредных веществ в атмосферу.

Все технические средства при вводе в эксплуатацию и ежегодно в период эксплуатации проверяют на соответствие предъявляемых к ним требований, контрольно-измерительная аппаратура ежегодно



проверяется в специальных лабораториях. Техническое средство, не соответствующее данным технического паспорта и требованиям безопасности, а также не прошедшее своевременную проверку, не допускается к эксплуатации, подлежит ремонту, модернизации или замене и обязательному контролю.

Важным средством повышения надежности и безопасности технических систем в процессе эксплуатации является функциональная диагностика. Системы функционального диагностирования дают возможность контролировать объект в процессе выполнения им рабочих функций и реагировать на отказ в момент его возникновения. Эти системы проектируются и изготавливаются вместе с контролируемым объектом.

Процесс диагностирования представляет собой подачу в техническую систему последовательности входных проверочных воздействий (тестовых сигналов), получение и анализ ответных реакций. Системы диагностирования применяются на этапе производства, в процессе эксплуатации объекта и позволяют немедленно реагировать на нарушения в работе объекта, подключать резервные узлы взамен неисправных, переходить на другие режимы работы. Назначение системы диагностирования еще и в имитации функционирования объекта при его проверке и наладке. В частности, системы функционального диагностирования встраиваются во все ЭВМ. Программа самопроверки записывается в постоянной памяти машины. После каждого включения последовательно опрашиваются все узлы ЭВМ. В ответ на запрос выдаются сигналы «да» (в исправном состоя-

нии) и «нет» (в неисправном) готовности к работе, итоговая информация о готовности высвечивается на экране после окончания диагностирования.

В свою очередь, ЭВМ могут входить в системы диагностирования самых разнообразных технических (производственных, транспортных, космических и др.) систем. В технологических установках и комплексах устанавливаются датчики давления, температуры, частоты, размеров и других параметров производственных процессов. Электрические сигналы от датчиков, определенным образом закодированные, воспринимаются и анализируются ЭВМ. Это позволяет поддерживать режимы работы технических систем в заданных пределах и предупреждать аварийные ситуации.

Для обеспечения экологической безопасности технических систем и технологий используется экобиозащитная техника. Экобиозащитная техника — это средства защиты человека и природной среды от опасных и вредных факторов.

Защита атмосферы от вредных веществ производится с помощью очистки производственных воздушных выбросов от пыли, тумана, вредных газов и паров. Для очистки от пыли сухими методами используются пылеулавливатели, работающие на основе гравитационных, инерционных, центробежных или электростатических механизмов осаждения, а также различные фильтры. Для очистки от пыли мокрыми методами используются газопромыватели-скрубберы, в которых пыль осажается на капли, газовые пузырьки или пленку жидкости при контакте с ней.

Очистка тумана производится электрофильтрами и фильтрами из различных материалов (воло-

на, ткань, керамика и др.). В адсорберах осуществляется поглощение вредных газов пористыми материалами абсорбентами. При абсорбции примеси вытягиваются в воду, растворы или в органические растворители, в зависимости от растворимости вредных газов в той или иной жидкости без химического взаимодействия с нею. Для нерастворимых вредных газов используются реакторы, в которых газы нейтрализуются путем химических превращений, а также печи для дожигания остаточных газов.

Очистка паров осуществляется путем их конденсации в конденсаторах.

Защита гидросферы осуществляется с помощью очистки сточных вод от загрязняющих их примесей. Рекуперационные методы предусматривают извлечение из сточных вод всех ценных веществ и их переработку. Деструктивные методы позволяют проводить разрушение вредных веществ окислением или восстановлением, затем удалением их в виде газов и осадков. Последовательно сточные воды очищаются сначала механическими методами: отстаиванием, фильтрованием, удалением частиц центробежными силами. Затем сточные воды подвергаются воздействию комплекса физико-химических методов. При коагуляции происходит укрупнение дисперсных частиц примеси для ускорения их осаждения добавлением специальных веществ-коагулянтов, в результате образуются хлопья, оседающие на дно. При флоатации жидкость взбалтывается и примеси захватываются пузырьками воздуха. Используется также адсорбция примесей на угле, золе, шлаке, опилках и т. п., экстракция масел, фенолов, ионов металлов из

воды путем смешивания ее с нерастворимыми в воде органическими растворителями, которые отделяются затем вместе с примесями.

При дезодорации удаляются дурно пахнущие вещества, при дегазации удаляются агрессивные газы (например, аммиак удаляется продувкой воздуха).

Используются электрохимические и химические методы — нейтрализация, окисление хлором. При этом удаляются фенолы, сероводород, цианиды и др. Высокая окислительная способность озона используется для озонирования. В процессе озонирования вода обесцвечивается, устраняются привкусы, запахи, производится обеззараживание воды.

На завершающей стадии применяются биохимические методы. Процесс биохимической очистки основан на способности микроорганизмов использовать для питания в процессе жизнедеятельности загрязняющие воду органические и некоторые неорганические вещества, превращая их в биомассу и летучие газы. Ускорить процесс биохимического окисления помогают ферменты.

Для реализации указанных методов используются очистные сооружения, через которые должны пропускаться все сточные воды промышленных предприятий и городской канализации.

Для защиты человека в условиях производства, а также при взаимодействии с техническими средствами вне производства применяются разнообразные средства, не допускающие или снижающие до допустимого уровня воздействие опасных и вредных факторов.

Электрические установки должны иметь защитное заземление — соединение корпуса установки с

проводником, находящимся под нулевым потенциалом «земли». Для той части электрооборудования, которая может оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции, должен быть обеспечен надежный контакт с заземляющим устройством, либо с заземленными конструкциями, на которых оно установлено. Защитное заземление снижает напряжение прикосновения и величину тока ниже предельно допустимого уровня.

Применяется зануление электроустановок — электрическое соединение с глухозаземленной нейтралью источника тока металлических частей, которые могут оказаться под напряжением. Для снижения опасности поражения током применяется разделение сети и подача на рабочие места малых напряжений (питание электроинструмента и др.) В некоторых случаях применяется защитное отключение — быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения человека электрическим током.

Для защиты от вредных веществ на рабочем месте — например, при пайке, работе с клеями, красками, лазерной обработке материалов — применяется местная вытяжная вентиляция.

Оградительные устройства служат для ограждения движущихся частей машин, станков и механизмов, мест вылета частиц обрабатываемого материала, зон воздействия высоких температур и вредных излучений.

Вибродемпферы, виброизоляторы предохраняют человека от вредного воздействия вибрации. При-

мером вибродемпфера являются автомобильные и вагонные рессоры. Для виброизоляции компрессоров применяются резинометаллические амортизаторы, стальные пружины и резиновые опорные прокладки, которые снижают низкочастотную вибрацию основания. Высокочастотную вибрацию снижают прокладки из губчатой резины.

Звукоизоляцию повышают сплошные панели из вибродемпфированного материала (например, випонит). Звукопоглощающий материал, (например, винипор) наклеивается изнутри на корпус источника шума, различные пневмоглушители (например, из пористого полиэтилена) снижают шумы всасывания воздуха и выхлопа.

К средствам индивидуальной защиты человека относятся средства защиты головы (каска, шлемы), глаз (защитные очки), лица (щитки и маски), органов дыхания (респираторы, противогазы), органов слуха (наушники, вкладыши «Беруши»), а также спецодежда и спецобувь.

Основные усилия при создании экобиозащитной техники направлены на локализацию источников негативного воздействия, снижение уровня энергетического воздействия факторов на человека и окружающую среду.

**Раздел 4**  
**ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ**  
**БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**  
**И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ**  
**СИТУАЦИЯХ МИРНОГО И ВОЕННОГО**  
**ВРЕМЕНИ**

**4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС МИРНОГО ВРЕМЕНИ,  
ТЕРМИНОЛОГИЯ, СТАТИСТИКА**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, а также массовым инфекционным заболеванием, которые могут приводить к людским или материальным потерям.

По современным представлениям, предложенным ВОЗ, чрезвычайные события с гибелью или смертельным поражением 10 пострадавших и более, требующих неотложной медицинской помощи, принято называть катастрофами [18]. Это не исключает частного применения других определений, обозначающих чрезвычайные события конкретного свойства.

Развитие общей теории защиты природы и человека, в частности учения В.И. Вернадского о но-

осфере, представлений о загрязнении и защите от него всех оболочек биосферы, требует четкого определения и классификации чрезвычайных ситуаций.

Каждая ЧС имеет присущие только ей причины, особенности и характер развития.

В основе большинства ЧС лежат дисбаланс между деятельностью человека и окружающей средой, дестабилизация специальных контролируемых систем, нарушение общественных отношений.

Как уже было сказано выше, научно-технический прогресс, отставание от него общекультурного развития человечества, создает разрыв между повышением риска и готовностью людей к обеспечению безопасности. Нерегулируемое воздействие человека на крупномасштабные процессы в природе может приводить к глобальным катастрофам.

Чрезвычайные ситуации могут классифицироваться по следующим признакам [32]:

— **степень внезапности:** внезапные (непрогнозируемые) и ожидаемые (прогнозируемые). Легче прогнозировать социальную, политическую, экономическую ситуации; сложнее — стихийные бедствия; своевременное прогнозирование ЧС и правильные действия позволяют избежать значительных потерь и в отдельных случаях предотвратить ЧС;

— **скорость распространения:** ЧС может носить взрывной, стремительный, быстрораспространяющийся или умеренный, плавный характер. К стремительным чаще всего относятся большинство военных конфликтов, техногенных аварий, стихий-



ных бедствий. Относительно плавно развиваются ситуации экологического характера;

— **масштаб распространения:** по масштабу ЧС можно разделить на локальные, объектовые, местные, региональные, национальные и глобальные. К локальным, объектовым и местным относятся ситуации не выходящие за пределы одного функционального подразделения, производства, населенного пункта. Региональные, национальные, глобальные ЧС охватывают целые регионы, государства или несколько государств;

— **продолжительность действия:** по продолжительности действия ЧС могут носить кратковременный характер или иметь затяжное течение. Все ЧС, в результате которых происходит загрязнение окружающей среды, относятся к затяжным;

— **по характеру ЧС:** могут быть преднамеренными (умышленными) и непреднамеренными (неумышленными); к преднамеренным следует отнести большинство национальных, социальных и военных конфликтов, террористические акты и др.; стихийные бедствия по характеру своего происхождения являются непреднамеренными; к этой группе относятся также большинство техногенных аварий и катастроф.

Существует множество классификаций ЧС по причине возникновения, множество еще будет предложено, т. к. это направление в науке продолжает успешно развиваться. Наиболее полной нам представляется следующая классификация, представленная на схеме 1.

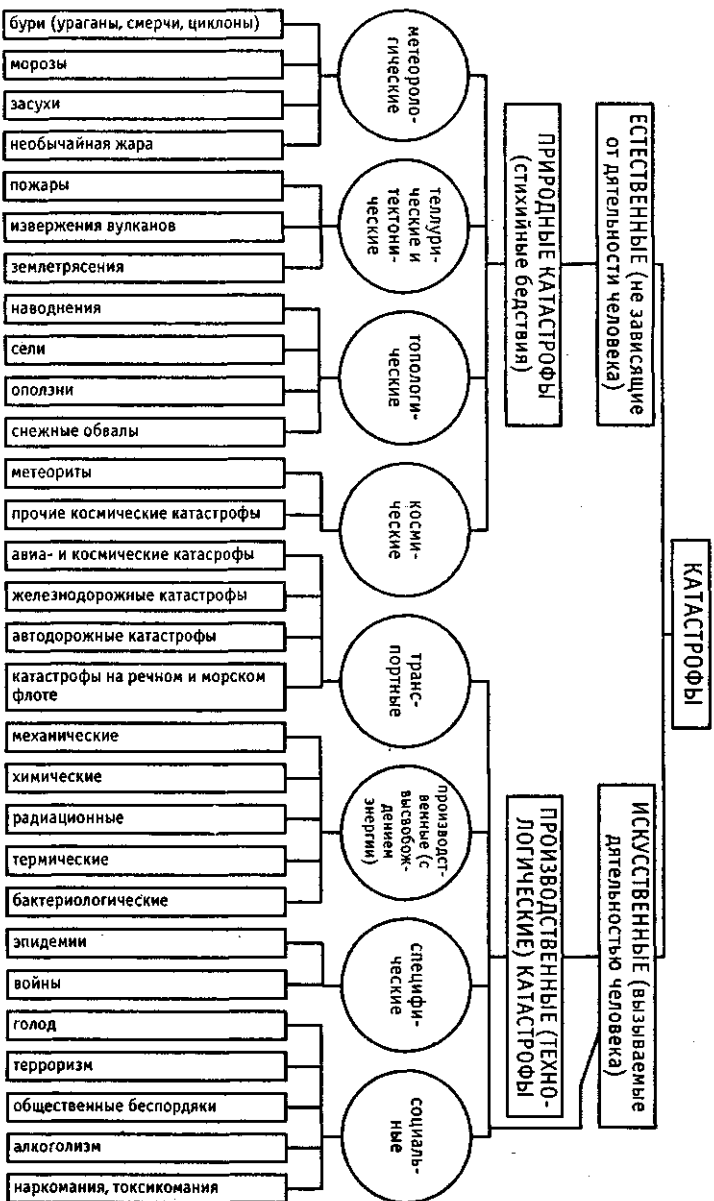


Схема 1. Классификация чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени

**Чрезвычайные ситуации естественного (природного) происхождения.**

Метеорологические опасные явления:

— аэрометеорологические: бури, ураганы (12—15 баллов), штормы (9—11 баллов), смерчи, шквалы, торнадо, циклоны;

— агрометеорологические: крупный град, ливень, снегопад, сильный туман, сильные морозы, необычайная жара, засуха;

— природные пожары: чрезвычайная пожарная опасность, лесные пожары, торфяные пожары, пожары хлебных массивов, подземные пожары горючих ископаемых.

Тектонические и теллурические опасные явления:

— землетрясения (моретрясения);

— извержения вулканов.

Топологические опасные явления:

— гидрологические: половодье, паводки, ветровые нагоны, подтопления;

— оползни, сели, обвалы, лавины, осыпи, цунами, провал земной поверхности.

Космические опасные явления:

— падение метеоритов, остатков комет;

— прочие космические катастрофы.

**Чрезвычайные ситуации антропогенного происхождения.**

Транспортные: автомобильные, железнодорожные, авиационные, водные, трубопроводные.

Производственные опасные явления:

— с высвобождением механической энергии: взрывы, повреждение или разрушение механизмов, агрегатов, коммуникаций, обрушение конструкций

зданий; гидродинамические (взрывы плотин с образованием волн прорыва и катастрофического затопления); прорывы плотин с образованием прорывного паводка; прорывы плотин, повлекшие смыв плодородного слоя почв или отложение наносов на обширных территориях;

— с высвобождением термической энергии: пожары (взрывы) в зданиях на технологическом оборудовании; пожары (взрывы) на объектах добычи, переработки, хранения легковоспламеняющихся, горючих, взрывчатых веществ; пожары (взрывы) на транспорте; пожары (взрывы) в зданиях жилого, социально-бытового и культурного назначения; обнаружение неразорвавшихся боеприпасов; утрата легковоспламеняющихся, горючих, взрывчатых веществ;

— с высвобождением радиационной энергии: аварии на АЭС, АЭУ производственного и исследовательского назначения с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ); аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ на предприятиях ядерного топливного цикла (ЯТЦ); аварии на транспортных и космических средствах с ядерными установками или с грузом РА; аварии с ядерными боеприпасами в местах их эксплуатации, хранения или установки; утрата радиоактивных источников;

— с высвобождением химической энергии: аварии с выбросом (угрозой выброса) сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) при их производственной переработке или хранении (захоронении); аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) СДЯВ; образование и распространение СДЯВ в процессе протекания химических реакций, начав-

шихся в результате аварии; аварий с химическими боеприпасами; утрата источников СДЯВ;

— утечка бактериологических агентов: нарушение правил эксплуатации объектов водоснабжения и канализации; нарушение технологии в работе предприятий пищевой промышленности; нарушение режима работы учреждений санитарно-эпидемиологического (микробиологического) профиля.

**Специфические опасные явления:**

— инфекционная заболеваемость: единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний; групповые случаи особо опасных инфекций; эпидемия; пандемия; заболеваемость животных (эндоотия, эпизоотия, пандоотия); болезни растений: прогрессирующая эпифитотия; панфитотия; массовое распространение вредителей растений.

**Социальные опасные явления:**

— войны — относят и к специальным и к социальным опасным явлениям;

— военные конфликты, терроризм, общественные беспорядки, алкоголизм, наркомания, токсикомания и др.

**Статистика.**

Среди природных катастроф наиболее частыми (90%) являются четыре вида: наводнения — 40%, тайфуны — 20%, землетрясения и засухи — по 15%. Среди них количественные соотношения существенно меняются в зависимости от географического положения местности. Если учесть приведенную выше классификацию, то для каждого конкретного региона можно составить детальную качественную и количественную характеристику катастроф природного характера.

Американские авторы приводят следующие, обобщенные по данным литературы, средние показатели для природных и техногенных катастроф. При этом катастрофами (с учетом требований ВОЗ) считаются события с числом погибших не менее 10.

Таблица 16

Статистические данные о частоте катастроф (%)

Тип катастроф	США	Остальной мир	Всего
<b>Природные катастрофы (статистика за 1938–1977 гг.)</b>			
Наводнения	1,12	7,03	8,15
Ураганы	0,70	4,50	5,20
Землетрясения	0,10	4,12	7,22
Торнадо	1,98	—	—
Метеориты	0,0001	—	—
<b>Техногенные катастрофы (статистика за 1959–1978 гг.)</b>			
Авиация	5,05	18,25	23,30
Автомобильный транспорт	1,20	16,80	18,00
Судоходство	1,95	13,10	15,05
Пожары и взрывы	3,60	9,45	13,05
Железнодорожный транспорт	0,35	9,0	9,35
Шахты	0,75	5,30	6,05
Плотины	0,14	0,45	0,59
Хранилища газа	0,0015	—	—
АЭС	0,00003	—	—

По данным таблицы 16, соотношение природных и техногенных катастроф примерно 1:4. Среди природных катастроф, как и у отечественных авторов, на первом месте наводнения (8,15%), далее землетрясения (7,22%), ураганы (5,20%). Среди техногенных катастроф преобладают события на авиационном, автомобильном, железнодорожном, мор-

ском и речном транспорте (65,7%).

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям приводит следующие данные о крупных катастрофах на территории России:

Таблица 17

Год	Число чрезвычайных ситуаций			Пострадало, тыс. чел.	Погибло, чел.
	всего	техногенного характера	природного характера		
1991	334	209	125	25	236
1992	1015	769	246	68	947
1993	1027	905	122	18	1320
1994	1322	1097	225	51	2672
1995	1369	1088	281	57	4679
1996	1349	1034	315	20	2120
1997	1665	1174	360	83	1735

По общепринятой концепции катастрофы классифицируются по тяжести:

- малые, с числом погибшим и раненых 25-100 чел.; нуждающихся в госпитализации от 10 до 50 чел.;
- средние, с числом погибших 101—1000 чел., нуждающихся в госпитализации от 51 до 250 чел.;
- большие, с числом погибших более 1000 и нуждающихся в госпитализации более 250 чел.

С этой точки зрения интерес представляют статистические данные о крупнейших природных и антропогенных катастрофах XX века, представленные в таблицах 18, 19.

При прогнозировании потерь в природных катастрофах приведенные данные могут быть использо-

*Таблица 18*

Крупнейшие природные катастрофы XX века

Вид катастрофы	Число жертв, чел.	Место и дата катастрофы
Извержение вулкана	30000	о. Мартиника, 1902 г.
Оползень	3000	Италия, 1962 г.
Наводнение	800000	о-ва Бенгальского залива, 1970 г.
Тайфуны	207000	Пакистан, 1970 г.
Землетрясение	650000	Китай, 1976 г.
Сель	29000	Колумбия, 1985 г.
Град	346	Индия, 1988 г.
Смерч	1300	Бангладеш, 1989 г.
Разряд молнии	21	Зимбабве, 1975 г.

*Таблица 19*

Характеристика жертв при техногенных катастрофах (средние данные литературы)

Катастрофы	Среднее число	Соотношение числа погибших и раненых
Авиационные	10-100	10:1
Автомобильные	до 10	1:5
На морском транспорте	10-100	—
Железнодорожные	10-100	1:10
Взрывы на крупных предприятиях	10-100	1:10
Пожары в зданиях	10-100	1:10, 1:20
Авария с выбросом СДЯВ	10-100	1:50
Взрывы в шахтах	до 10	1:5



ваны как исходные, но с обязательными поправками, учитывающими вид ЧС, ее масштабы, место, время года, суток и т. д. Особенность ЧС природного характера как раз и состоит в том, что они в большинстве своем очень трудно предсказуемы, поэтому прогнозируемые по данным статистики потери всегда необходимо оперативно уточнять.

Значительный интерес представляют статистические данные о возможности возникновения и вероятных прогнозах наиболее часто встречающихся на территории нашей страны природных катастрофах.

Наиболее непредсказуемыми, внезапными, сопровождающимися огромным числом жертв и разрушений, являются землетрясения. По данным литературы [18], только однажды, в 1963 г. в Китае удалось вовремя оповестить людей о возможном землетрясении — погибло всего 1300 чел., а по масштабам землетрясения могли погибнуть десятки тысяч. Землетрясениям подвержена 1/10 всей поверхности континентов Земли. Крупнейшие из землетрясений XIX—XX века наносили катастрофический ущерб городам: Алма-Ате в 1987 и 1911 гг., Андижану — в 1902 г., Душанбе — в 1903 г., Фергане — в 1907 и 1946 гг., Ашхабаду — в 1929 и 1948 гг., Ташкенту — в 1964 г., Ленинанкану — в 1988 г., Нефтегорску — в 1989 г. По данным ЮНЕСКО за последние десятилетия от землетрясений погибло более 1 млн.чел. Некоторые данные о землетрясениях и их вероятности на территории нашей страны приводятся в таблице 20.

До сих пор невозможно с уверенностью предсказать место и точное время землетрясения. Объектив-

## Статистические данные о землетрясениях

Сила		Среднее число в год	Радиус сотрясе- ний в км	Прогнозы
по Рих- теру	по 12-бал- шкале			
до 4	IV-V	8000	0-15	Разрушений нет
4-6	VI-VII	900	5-30	Трещины в зданиях, жертв нет
6,1-7,0	VIII-IX	140 <sup>1</sup>	20-80	Разрушения отдельных зда- ний, единичные жертвы
7,1-8,0	X-XI	15 <sup>2</sup>	50-120	Массовые обрушения зда- ний. Гибель значительного числа людей
8,0	XI-XII	1 <sup>3</sup>	80-160	Полные разрушения горо- дов. Массовые жертвы. На- циональная катастрофа. Необходима международная помощь

ными признаками приближающегося землетрясения являются необычное поведение животных, птиц; свечение вершин гор и деревьев, изменения уровня воды в колодцах — эти признаки появляются за несколько часов или за сутки до землетрясения.

Территория нашей страны, имеющая прибрежную полосу огромной протяженности, подвержена штормам, ураганам. За последние 200 лет зарегистрировано несколько десятков ураганов, уносивших сотни тысяч жизней. Вместе с тем, наводнения опасны практически для всей территории нашей стра-

<sup>1</sup> 1 раз в год,

<sup>2</sup> 1 раз в 10 лет.

<sup>3</sup> 1 раз в 100 лет.

ны. Людские потери могут быть невелики, но огромно число оставшихся без крова; материальный ущерб также практически всегда очень велик. Некоторые статистические данные о наводнениях приводятся в таблице 21.

Для территории нашей страны также характерны обвалы, лавины, сели, оползни. Статистические данные об этих бедствиях приведены в таблице 22. За последние 80 лет в нашей стране зарегистрированы сотни подобных катастроф. Такие бедствия более предсказуемы. В мире существует опыт предупреждения значительных разрушений и жертв при снегопадах, селях, обвалах, оползнях и т. д.

В 1996 г. утверждено Положение Правительства РФ о классификации ЧС природного и техногенно-

*Таблица 21*

Статистические данные о наводнениях  
на территории нашей страны

Вид наводнения	Среднее количество в год	Площадь (км <sup>2</sup> )	Число погибших	Число оставшихся без крова
Сезонные паводки	1-10 на многих водоемах	10-100	—	—
Затяжные дожди, выход рек из берегов	1 раз в год	10-100	единичные случаи	100-1000
То же для систем рек и каналов	1 раз в 10 лет	100-1000	10-100	30-40% к числу населения затопленной зоны
Разрушения плотин	единичн. за всю историю	10-100	100-1000	1000-10000
Циклоны, катастрофы, ураганы на всем побережье	1 раз в 10 лет	1000-100000	100000	100000-1000000

Таблица 22

**Статистические данные о снегопадах, селях,  
лесных пожарах**

Вид бедствия	Частота в год	Площадь, км <sup>2</sup>	Число погибших	Число оставшихся без крова
Снегопады	10-100	территория насел. пунктов	единичн.	—
Лавины <sup>1</sup> , сели, оползни	1-10	1-10	10-100	100-1000
Лесные пожары	10-100	100-1000	10-100	до 80% населения

го характера. В соответствии с указанным положением ЧС классифицируются в зависимости от количества пострадавших, от количества населения с нарушением условий жизнедеятельности, размеров материального ущерба, а также границ распространения поражающих факторов ЧС.

ЧС подразделяются на: локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

**Локальные** — пострадавших — не более 10 чел.; нарушены условия жизнедеятельности — не более 100 чел. материальный ущерб — не более 1000 мин. размеров оплаты труда; зона ЧС не выходит за пределы объекта производственного или социального назначения.

**Местные** — пострадавших от 10 до 50 чел.; нарушены условия жизнедеятельности от 100 до 300 чел.;

<sup>1</sup> В Грузии в 1986 г. сошло 330 лавин, погибло более 100 чел.

материальный ущерб от 1000 до 5000 мин. размеров оплаты труда; зона ЧС не выходит за пределы населенного пункта.

**Территориальные** — пострадавших от 50 до 500 чел.; нарушены условия жизнедеятельности от 300 до 500 чел.; материальный ущерб от 5000 до 0,5 млн. мин. размеров оплаты труда; зона ЧС не выходит за пределы субъекта РФ.

**Региональные** — пострадавших от 50 до 500 чел.; нарушены условия жизнедеятельности от 500 до 1000 чел.; материальный ущерб от 0,5 млн. до 5 млн. мин. размеров оплаты труда; зона ЧС охватывает территорию 2-х субъектов РФ.

**Федеральные** — пострадавших свыше 500 чел. нарушены условия жизнедеятельности свыше 1000 чел.; материальный ущерб свыше 5 млн. мин. размеров оплаты труда; зона ЧС охватывает более чем 2 субъекта РФ.

**Трансграничные** — ЧС, поражающие факторы которой выходят за пределы Российской Федерации, либо ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ.

Основной целью такой классификации является определение и разграничение полномочий организаций и субъектов РФ при ликвидации последствий ЧС.

#### **4.2. РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ (Р00)**

### **Основные опасности при авариях на Р00**

**Радиационно-опасными** называют объекты народного хозяйства, использующие в своей деятельности источники ионизирующего излучения.

В настоящее время почти в 30 странах мира эксплуатируется около 450 атомных энергоблоков (общая мощность более 350 ГВт), из них 46 (1992 г) — в странах СНГ (общая мощность более 30 МВт). Общее количество вырабатываемой атомными станциями электроэнергии в мире составляет около 20%, в Европе — почти 35%.

За всю историю атомной энергетики (с 1954 г) во всем мире было зарегистрировано более 300 аварийных ситуаций (за исключением СССР). В СССР, кроме аварии на ЧАЭС, другие аварии были неизвестны. Наиболее крупные выбросы РВ приводятся в таблице 23 [32].

Кроме опасности, которые создают аварии на АЭС, существуют еще многие реальные источники радиоактивного заражения. Они непосредственно связаны с добычей урана, его обогащением, переработкой, транспортировкой, хранением и захоронением отходов. Опасными являются многочисленные отрасли науки и промышленности, использующие изотопы: изотопная диагностика, рентгеновское обследование больных, рентгеновская оценка качества технических изделий; радиоактивными иногда являются некоторые строительные материалы.

В соответствии с вышеизложенным Минздравом России в 1999 г. были утверждены нормы радиационной безопасности (НРБ-99) на основании следующих нормативных документов: Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г.; Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г.; Федеральный закон

Таблица 23

Выбросы РВ, представляющие угрозу для населения

Год, место	Причина	Актив- ность, МКи	Последствия
1957, Южный Урал	Взрыв хранилища с высокоактивны-- ми отходами	20,0	Загрязнено 235 тыс. км <sup>2</sup> территории
1957, Англия, Уиндскейл	Сгорание графита во время отжига и повреждения твэлов	0,03	РА облако распро- странилось на север до Норвегии и на запад до Вены
1945-1989	Произведено 1820 ядерных взрывов; из них 483 в атмосфере	40,0 по Cs <sup>137</sup> и Sr <sup>90</sup>	Загрязнение атмосферы и по следу облака
1964	Авария спутника с ЯЭУ	—	70% активности выпало в Южном полушарии
1966, Испания	Разброс ядерного топлива двух водородных бомб	—	Точные сведения отсутствуют
1979, США	Срыв предохра- нительной мембраны первого контура тепло-носителя	0,043	Выброс 22,7 тыс. тонн загрязненной воды, 10% РА ве- ществ выпало в ат- мосферу
1986, СССР, Чернобыль	Взрыв и пожар четвертого блока	50	Несоизмеримы со всеми предыдущими

«Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ от 21.11.95 г.; Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» № 2060-1 от 19.12.91 г.; Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасности источников излучений, принятые совместно: Про-

довольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций; Международным агентством по атомной энергии; Международной организацией труда; Агентством по ядерной энергии организации экономического сотрудничества и развития; Панамериканской организацией здравоохранения и Всемирной организацией здравоохранения (серия безопасности № 115), 1996 г.; Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов. Руководство Р 1.1.004-94. Издание официальное. М. Госкомсанэпиднадзор России. 1994 г.

Радиационные аварии по масштабам делятся на 3 типа:

— локальная авария — это авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием;

— местная авария — радиационные последствия ограничиваются зданиями и территорией АЭС;

— общая авария — радиационные последствия которой распространяются за территорию АЭС.

**Основные поражающие факторы радиационных аварий:**

— воздействие внешнего облучения (гамма- и рентгеновского; бета- и гаммаизлучения; гамма-нейтронного излучения и др.);

— внутреннее облучение от попавших в организм человека радионуклидов (альфа- и бетаизлучение);

— сочетанное радиационное воздействие как за счет внешних источников излучения, так и за счет внутреннего облучения;



— комбинированное воздействие как радиационных, так и нерадиационных факторов (механическая травма, термическая травма, химический ожог, интоксикация и др.).

После аварии на радиоактивном следе основным источником радиационной опасности является внешнее облучение. Ингаляционное поступление радионуклидов в организм практически исключено при правильном и своевременном применении средств защиты органов дыхания.

Внутреннее облучение развивается в результате поступления радионуклидов в организм с продуктами питания и с водой. В первые дни после аварии наиболее опасны радиоактивные изотопы йода, которые накапливаются щитовидной железой. Наибольшая концентрация изотопов йода обнаруживается в молоке, что особенно опасно для детей.

Через 2—3 месяца после аварии основным агентом внутреннего облучения становится радиоактивный цезий, проникновение которого в организм возможно с продуктами питания. В организм человека могут попасть и другие радиоактивные вещества (стронций, плутоний), загрязнение окружающей среды которыми имеет ограниченные масштабы.

Характер распределения радиоактивных веществ в организме:

- накопление в скелете (кальций, стронций, радий, плутоний);
- концентрируются в печени (церий, лантан, плутоний и др.);
- равномерно распределяются по органам и системам (третий, углерод, инертные газы, цезий и др.);

— радиоактивный йод избирательно накапливается в щитовидной железе (около 30%), причем удельная активность ткани щитовидной железы может превышать активность других органов в **100—200** раз. На рис. 9 представлены места накопления радионуклидов в организме человека.

Основными параметрами регламентирующими ионизирующее излучение являются экспозиционная, поглощенная и эквивалентная дозы.

**Экспозиционная доза** — основана на ионизирующем действии излучения, это — количественная характеристика поля ионизирующего излучения. Единицей экспозиционной дозы является рентген (Р). При дозе **1Р** в  $1\text{ см}^3$  воздуха образуется  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов. В международной системе СИ единицей дозы является кулон на килограмм (Кл/кг) • **1Кл/кг = 3876 Р**.

**Поглощенная доза** — количество энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества. Специальной единицей поглощенной дозы является 1 рад. В международной системе СИ — 1 Грей (Гр). **1 Гр = 100 рад**.

**Эквивалентная доза (ЭД)**— единицей измерения является бэр. За 1 бэр принимается такая поглощенная доза любого вида ионизирующего излучения, которая при хроническом облучении вызывает такой же биологический эффект, что и 1 рад рентгеновского или гамма-излучения. В международной системе СИ единицей ЭД является Зиверт (Зв). 1 Зв равен **100 бэр**.

Организм человека постоянно подвергается воздействию космических лучей и природных радиоактивных элементов, присутствующих в воздухе, почве, в тканях самого организма. Уровни природного излучения от всех источников в среднем соот-

ветствуют 100 мбэр в год, но в отдельных районах — до 1000 мбэр в год.

В современных условиях человек сталкивается с превышением этого среднего уровня радиации. Для лиц, работающих в сфере действия ионизирующего излучения, установлены значения предельно допустимой дозы (ПДД) на все тело, которая при длительном воздействии не вызывает у человека нарушения общего состояния, а также функций кроветворения и воспроизводства. Для ионизирующего излучения установлена ПДД 5 бэр в год.

Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) рекомендовала в качестве предельно допустимой дозы (ПДД) разового аварийного облучения 25 бэр и профессионального хронического облучения — до 5 бэр в год и установила в 10 раз меньшую дозу для ограниченных групп населения.

Для оценки отдаленных последствий действия излучения в потомстве учитывают возможность увеличения частоты мутаций. Доза излучения, вероятнее всего удваивающая частоту самопроизвольных мутаций, не превышает 100 бэр на поколение. Генетически значимые дозы для населения находятся в пределах 7—55 мбэр/год.

При общем внешнем облучении человека дозой в 150—400 рад развивается лучевая болезнь легкой и средней степени тяжести; при дозе 400—600 рад — тяжелая лучевая болезнь; облучение в дозе свыше 600 рад является абсолютно смертельным, если не используются меры профилактики и терапии.

При облучении дозами 100—1000 рад в основе поражения лежит так называемый костномозговой механизм развития лучевой болезни. При общем или локальном облучении живота в дозах 1000—

5000 рад — кишечный механизм развития лучевой болезни с превалированием токсемии.

При остром облучении в дозах более 5000 рад развивается молниеносная форма лучевой болезни. Возможна смерть «под лучом» при облучении в дозах более 20000 рад. При попадании в организм радионуклидов, происходит инкорпорирование радиоактивных веществ. Опасность инкорпорации определяется особенностями метаболизма, удельной активностью, путями поступления радионуклидов в организм. Наиболее опасны радионуклиды, имеющие большой период полураспада и плохо выводящиеся из организма, например радий-226 ( $^{226}\text{Ra}$ ), плутоний-239 ( $^{239}\text{Pu}$ ). На поражающий эффект влияет место депонирования радионуклидов: стронций-89 ( $^{89}\text{Sr}$ ) и стронций-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) — кости; цезий-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) — мышцы. Места депонирования наиболее опасных радионуклидов представлены на рис. 9.

Особую опасность имеют быстро резорбирующиеся радионуклиды с равномерным распределением в организме, например тритий (3 T) и полоний-210 ( $^{210}\text{Po}$ ).

Деятельность людей на зараженной местности значительно затруднена из-за медленного спада радиоактивности. Мероприятия по ограничению облучения населения регламентируются Нормами радиационной безопасности НРБ-99.

### ***Мероприятия по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии***

Настоящие мероприятия определены нормами радиационной безопасности (НРБ-99) Минздрава России в 1999 г.; в частности:

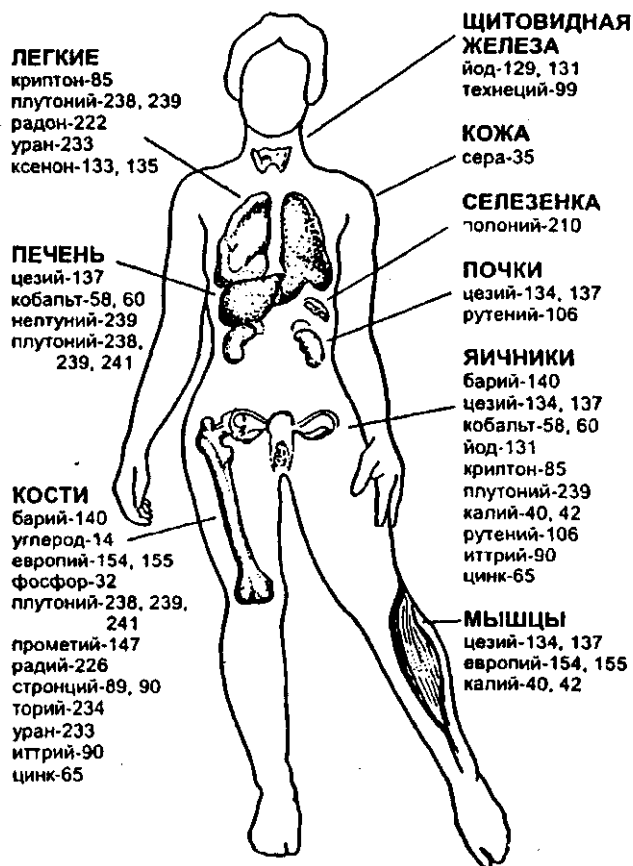


Рис. 9. Места накопления радионуклидов в организме человека

— в случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником излучения, сведения к минимуму доз облучения, количества облучаемых лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды, экономических и социальных потерь;

— при аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании прогноза радиационной обстановки, устанавливается зона радиационной аварии и осуществляются соответствующие мероприятия по снижению уровней облучения населения.

— на поздних стадиях развития аварий, повлекшей за собой загрязнение обширных территорий долгоживущими радионуклидами, решения о защитных мероприятиях принимаются с учетом сложившейся радиационной обстановки и конкретных социально-экономических условий.

По степени опасности зараженную местность на следе выброса и распространения РВ делят на следующие 5 зон:

- зона М — радиационной опасности — 14 мрад/час;
- зона А — умеренного заражения — 140 мрад/час;
- зона Б — сильного заражения — 1,4 рад/час;
- зона В — опасного заражения — 4,2 рад/час;
- зона Г — чрезвычайноопасного заражения — 14 рад/час.

Определение зон радиоактивного заражения необходимо для планирования действий работающих на объекте, населения, подразделений МЧС; для планирования мероприятий по защите контингентов людей; количества пострадавших вследствие аварии.

В соответствии с вышеизложенным вокруг АЭС установлены следующие зоны:

- санитарно-защитная — радиус 3 км;
- возможного опасного загрязнения — 30 км;

— должен соблюдаться принцип оптимизации вмешательства, т. е. польза от защитных мероприятий должна превышать вред, наносимый ими;

— срочные меры защиты должны быть применены в случае, если доза предполагаемого облучения за короткий срок (2 суток) достигает уровня, при которых возможны клинически определяемые детерминированные эффекты (табл. 24).

— при хроническом облучении в течение жизни защитные мероприятия становятся обязательными, если годовые поглощенные дозы, превышают дозы, приведенные в табл. 25.

— при планировании защитных мероприятий на случай радиационной аварии органами Госсанэпиднадзора устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения) применительно к конкретному радиационному объекту и условий его размещения с учетом вероятных типов аварии;

*Таблица 24*

Прогнозируемые уровни облучения, при которых необходимо срочное вмешательство

Орган или ткань	Поглощенная доза в органе или ткани за 2 суток, Гр
все тело	1
легкие	6
почки	3
щитовидная железа	5
хрусталик глаза	2
гонады	3
плод	0,1

**Уровни хронического облучения,  
при котором необходимы меры защиты**

Орган или ткань	Годовая поглощенная доза, Гр.
гонады	0,2
хрусталик глаза	0,1
красный костный мозг	0,4

- зона наблюдения — 50 км;
- 100-километровая зона по регламенту проведения защитных мероприятий.

Для защиты персонала и населения в случае аварии на радиационно-опасном объекте предусмотрены следующие мероприятия:

- создание автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО);
- создание системы оповещения персонала и населения в 30-километровой зоне;
- строительство и готовность защитных сооружений в радиусе 30 км вокруг АЭС, а также возможность использования встроенных защитных сооружений;
- определение перечня населенных пунктов и численности населения, подлежащего защите или эвакуации из зон возможного радиоактивного заражения;
- создание запаса медикаментов, средств индивидуальной защиты и других средств для защиты населения и обеспечения его жизнедеятельности;
- подготовка населения к действиям во время и после аварии;
- создание на АЭС специальных формирований;



- прогнозирование радиационной обстановки;
- организация радиационной разведки;
- проведение учений на АЭС и прилегающей территории.

#### **4.3. ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

Химически опасными объектами (ХОО) называют объекты народного хозяйства, производящие, хранящие или использующие аварийно-химические опасные вещества (АХОВ).

В настоящее время в народном хозяйстве широко применяются химические соединения, большинство из которых представляют опасность для человека. Из 10 млн. химических соединений, применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и быту, более 500 высокотоксичны и опасны для человека.

К химически опасным объектам относятся:

- предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности;
- предприятия пищевой, мясо-молочной промышленности, хладокомбинаты, продовольственные базы, имеющие холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак;
- водоочистные и другие очистные сооружения, использующие в качестве дезинфицирующего вещества хлор;
- железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава со СДЯВ;
- железнодорожные станции выгрузки и погрузки СДЯВ;

— склады и базы с запасом ядохимикатов и др. веществ для дезинфекции, дезинсекции и дератизации.

Попадание АХОВ в окружающую среду может произойти при производственных и транспортных авариях, при стихийных бедствиях. Причинами аварий на производстве, использующем химические вещества, чаще всего бывают нарушение правил транспортировки и хранения, несоблюдение правил техники безопасности, выход из строя агрегатов, механизмов, трубопроводов, неисправность средств транспортировки, разгерметизация емкостей хранения, превышение нормативных запасов.

Каждые сутки в мире регистрируется около 20 химических аварий. Примерами могут служить:

— 1961 г. 22 июля в Дзержинске из-за разрыва хлоропровода была заражена территория химзавода; 44 человека получили отравления различной степени;

— 1965 г. 18 июня на Ново-Липецком металлургическом комбинате произошла утечка аммиака; облако распространилось на часть кварталов Липецка; 1 чел. погиб, 35 получили отравления, пострадали многие жители Липецка в зданиях, автобусах, трамваях;

— 1966 г. 15 декабря на Волгодонском химзаводе из-за повреждения цистерны произошла утечка 1,9 т хлора; 115 рабочих получили отравления;

— 1983 г. 15 ноября на Кемеровском ПО «Прогресс» повреждена цистерна с 60 т хлора; облако заполнило территорию объединения ( 5 тыс. м<sup>2</sup>); 26 рабочих погибли, десятки получили отравление различной степени тяжести;

— 1985 г., Индия, Бхопал предприятие «Юнион карбид», в результате взрыва вырвалось наружу 45 т метилизоцианата; погибло 3 тыс. человек, более 300 тыс. человек получили тяжелые калечащие отравления. По данным литературы в мире тысячи предприятий, подобных Бхопальскому. Только в Западной Европе таких предприятий сотни, например, в Дюссельдорфе (ФРГ) хранятся тысячи бочек с цианидом натрия (смертельная доза — 15 мг).

В результате аварий или катастроф на ХОО возникает очаг химического заражения (ОХЗ). В очаге химического заражения или зоне химического заражения (ЗХЗ) может оказаться само предприятие и прилегающая к нему территория. В соответствии с этим выделяют 4 степени опасности химических объектов:

— I степень — в зону возможного заражения попадают более 75000 чел;

— II степень — в зону возможного химического заражения попадают 40000—75000 чел;

— III степень — менее 40000 чел;

— IV степень — зона возможного химического заражения не выходит за границы объекта.

Последствия аварий на АОХО определяются как степенью опасности ХО, так и токсичностью и опасностью самих химических веществ. По показателям токсичности и опасности химические вещества делят на 4 класса:

— I-й — чрезвычайно опасные ( $LC_{50}$  менее 0,5 г/м<sup>3</sup>)<sup>1</sup>;

<sup>1</sup>  $LC_{50}$  — концентрация, вызывающая гибель 50% животных, подвергнутых воздействию.

- 2-й — высокоопасные ( $LC_{50}$  до  $5 \text{ г/м}^3$ );
- 3-й умеренноопасные ( $LC_{50}$  до  $50 \text{ г/м}^3$ );
- 4-й — малоопасные ( $LC_{50}$  более  $50 \text{ г/м}^3$ ).

По характеру воздействия на организм АОХВ или СДЯВ (сильнодействующие ядовитые вещества) делятся на следующие группы:

I. Вещества удушающего действия:

- 1) с выраженным прижигающим эффектом (хлор и др.);
- 2) со слабым прижигающим действием (фосген и др.).

II. Вещества общеедовитого действия (синильная кислота, цианиды, угарный газ и др.).

III. Вещества удушающего и общеедовитого действия:

- 1) с выраженным прижигающим действием (акрилонитрил, азотная кислота, соединения фтора и др.);
- 2) со слабым прижигающим действием (сероводород, сернистый ангидрид, оксиды азота и др.).

IV. Нейротропные яды (фосфорорганические соединения, сероуглерод, тетраэтилсвинец и др.).

V. Вещества нейротропного и удушающего действия (аммиак, гидразин и др.).

VI. Метаболические яды (дихлорэтан, оксид этилена и др.).

VII. Вещества, извращающие обмен веществ (диоксин, бензофураны и др.).

Кроме того, все АОХВ делятся на быстродействующие и медленнодействующие. При поражении быстродействующими картина отравления развивается быстро, а при поражении медленнодействующими до проявления картины отравления прохо-

дит несколько часов т.н. латентный или скрытный период.

Возможность более или менее продолжительного заражения местности зависит от **стойкости** химического вещества.

Стойкость и способность заражать поверхности зависит от температуры кипения вещества. **К нестойким** относятся **АОХВ** с температурой кипения ниже **130°**, а к **стойким** — вещества с температурой кипения выше 130°С. Нестойкие АОХВ заражают местность на минуты или десятки минут. Стойкие сохраняют свойства, а следовательно и поражающее действие, от нескольких часов до нескольких месяцев.

С позиций продолжительности поражающего действия и времени наступления поражающего эффекта АОХВ условно делятся на 4 группы:

- нестойкие с быстронаступающим действием (синильная кислота, аммиак, оксид углерода);
- нестойкие замедленного действия (фосген, азотная кислота);
- стойкие с быстронаступающим действием (фосфорорганические соединения, анилин);
- стойкие замедленного действия (серная кислота, тетраэтилсвинец, диоксин).

**Территория**, подвергшаяся заражению АОХВ, на которой могут возникнуть или возникают массовые поражения людей, называется очагом химического поражения (ОХП).

На зараженной территории химические вещества могут находиться в капельно-жидком, парообразном, аэрозольном и газообразном состоянии.

При выбросе в атмосферу парообразных и газообразных химических соединений формируется первичное зараженное облако, которое в зависимости от плотности газа, пара, будет в той или иной степени рассеиваться в атмосфере. Газы с высоким показателем плотности (выше 1) будут стелиться по земле, «затекать» в низины, а газы (пары) с плотностью меньше 1 — быстро рассеиваться в верхних слоях атмосферы.

Характер заражения местности зависит от многих факторов — способа попадания химических веществ в атмосферу (разлив, взрыв, пожар); от агрегатного состояния заражающих агентов (капельно-жидкие, твердые частицы, газы); от скорости испарения химических веществ с поверхности земли и т. д.

В конечном счете, зона химического заражения АОХВ включает 2 территории: подвергающаяся непосредственному воздействию химического вещества и над которой распространяется зараженное облако.

Указанные и многие другие факторы, характеризующие зону химического заражения, необходимо учитывать при планировании аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах.

**Общие требования к организации и проведению аварийно-спасательных работ** при авариях на химически опасных объектах устанавливает Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 22.8.05-99.

В частности, в соответствии с вышеуказанным стандартом:

— аварийно-спасательные работы должны начинаться немедленно после принятия решения на проведение неотложных работ; должны проводиться с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, соответствующих характеру химической обстановки, непрерывно днем и ночью в любую погоду с соблюдением соответствующего обстановке режима деятельности спасателей до полного завершения работ.

— предварительно проводится разведка аварийного объекта и зоны заражения, масштабов и границ зоны заражения, уточнения состояния аварийного объекта, определения типа ЧС;

— проводятся аварийно-спасательные работы;

— осуществляется оказание медицинской помощи пораженным, эвакуация пораженных в медицинские пункты;

— осуществляется локализация, подавление или снижение до минимально возможного уровня воздействия возникающих при аварии поражающих факторов.

Главными задачами химической разведки являются:

— уточнение наличия и концентрации отравляющих веществ на объекте работ, границ и динамики изменения химического заражения;

— получение необходимых данных для организации аварийно-спасательных работ и мер безопасности населения и сил, ведущих АСР;

— постоянное наблюдение за изменением химической обстановки в зоне ЧС, своевременное предупреждение о резком изменении обстановки.

Химическая разведка аварийного объекта и зоны заражения ведется путем осмотра, с помощью приборов химической разведки, а также наблюдением за обстановкой и направлением ветра в приземном слое.

Одновременно в зоне заражения ведутся поисково-спасательные работы. Поиск пострадавших проводится путем сплошного визуального обследования территории, зданий, сооружений, цехов, транспортных средств и других мест, где могли находиться люди в момент аварии, а также путем опроса очевидцев и с помощью специальных приборов в случае разрушений и завалов.

Спасательные работы в зоне заражения проводятся с обязательным использованием средств индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

При спасении пострадавших на ХОО учитывается характер, тяжесть поражения, место нахождения пострадавшего. При этом в соответствии с ГОСТ Р 22.8.05-99 осуществляются следующие мероприятия:

— деблокирование пострадавших, находящихся под завалами разрушенных зданий и технологических систем, а также в поврежденных блокированных помещениях;

— экстренное прекращение воздействия ОХВ на организм путем применения средств индивидуальной защиты и эвакуации из зоны заражения;

— оказание первой медицинской помощи пострадавшим;

— эвакуация пораженных в медицинские пункты и учреждения для оказания врачебной помощи и дальнейшего лечения.



Первая медицинская помощь пораженным должна оказываться на месте поражения в соответствии с ГОСТ Р 22.3.02, при этом необходимо:

- обеспечить быстрое прекращение воздействия **ОХВ** на организм путем удаления капель вещества с открытых поверхностей тела, промывания глаз и слизистых;

- восстановить функционирование важных систем организма путем простейших мероприятий (восстановление проходимости дыхательных путей, искусственная вентиляция легких, непрямой массаж сердца);

- наложить повязки на раны и иммобилизовать поврежденные конечности;

- эвакуировать пораженных к месту оказания первой врачебной помощи и последующего лечения.

Одним из важнейших мероприятий является локализация чрезвычайной ситуации и очага поражения. Локализацию, подавление или снижение до минимального уровня воздействия возникших при аварии на ХОО поражающих факторов в зависимости от типа ЧС, наличия необходимых технических средств и нейтрализующих веществ осуществляют следующими способами:

- прекращением выбросов **ОХВ** способами, соответствующими характеру аварии;

- постановкой жидкостных завес (водяных или нейтрализующих растворов) в направлении движения облака **ОХВ**;

- созданием восходящих тепловых потоков в направлении движения облака **ОХВ**;

- рассеиванием и смещением облака **ОХВ** газовоздушным потоком;

- ограничением площади пролива и интенсивности испарения ОХВ
- сбором (откачкой) ОХВ в резервные емкости;
- охлаждение пролива ОХВ твердой углекислотой или нейтрализующими веществами;
- засыпкой пролива сыпучими веществами;
- загущением пролива специальными составами с последующими нейтрализацией и вывозом;
- выжиганием пролива.

В зависимости от типа ЧС локализация и обезвреживание облаков и проливов ОХВ может осуществляться комбинированием перечисленных способов.

#### **4.4. ОСОБЕННОСТИ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ НАПОЖАРО-ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает их пожарную опасность.

По взрывной, взрыво-пожарной и пожарной опасности объекты подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д, Е, К. К первой категории относятся нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов; ко второй — цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, мукомольные мельницы; к третьей — лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, мебельные, лесотарные производства. Объекты остальных категорий менее опасны.

Последствия пожаров и взрывов определяются поражающими факторами.

**Опасными факторами пожара (ОФП) или поражающими факторами** являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура окружающей среды и предметов;
- токсичные продукты горения, дым;
- пониженная концентрация кислорода;
- падающие части строительных конструкций, агрегатов, установок и т. д.

**Поражающими факторами** взрыва являются:

- воздушная взрывная волна, основным параметром которой является избыточное давление в ее фронте;
- осколочные поля, создаваемые летящими обломками взрывающихся объектов, поражающее действие которых определяется количеством летящих осколков, их кинетической энергией и радиусом разлета.

Пожары, взрывы с последующими пожарами являются традиционно-опасными для территории России. В наше время пожары зданий и сооружений производственного, жилого, социально-бытового и культурного назначения остаются самым распространенным бедствием.

**В 1961 г.** в результате пожара в школе в деревне Эльбарусово (Чувашия) погибло 105 детей. **В 1977 г.** пожар в Московской гостинице «Россия» охватил 3 тыс. м<sup>2</sup> площади, где жертвами стали 42 чел. **В 1993 г.** в результате пожара длившегося неделю был полностью выведен из строя моторный завод КамАЗа. **В 1999 г.** в результате пожара в Самарском областном управлении внутренних дел погибло более 60 чел.

В 1998 г. в г. Арзамасе в результате взрыва трех вагонов с промышленными взрывчатыми веществами на железнодорожной станции городу был нанесен тяжелый материальный ущерб, погиб 91 человек, пострадало 750 чел, 700 семей остались без крова.

В 1989 г. из-за разрыва продуктопровода вблизи железнодорожного полотна (Башкирия) скопилось большое количество углеводородной воздушной смеси. При прохождении в этом месте двух встречных пассажирских поездов произошел сильнейший взрыв. В результате 11 вагонов были сброшены с полотна, 7 из них сгорели полностью; остальные 26 вагонов сильно обгорели; в этой катастрофе погибли, пропали без вести, умерли затем в больницах почти 800 человек.

При пожарах и взрывах люди получают термические (ожоги тела, верхних дыхательных путей, глаз) и механические повреждения (переломы, ушибы, черепно-мозговые травмы, осколочные ранения, комбинированные поражения).

Принципы прекращения горения основаны на понимании основных путей прекращения горения: снижение скорости тепловыделения или увеличении скорости теплоотвода от зоны реакции горения. Основным условием при этом является снижение температуры горения ниже температуры потухания. Достигается это соблюдением четырех известных принципов прекращения горения:

- охлаждение реагирующих веществ;
- изоляция реагирующих веществ от зоны горения;
- разбавление реагирующих веществ до негорючих концентраций или концентраций, не поддерживающих горение;

— химическое торможение реакции горения.

Для этих целей применяются различные огнетушащие вещества, которые подробно описываются, классифицируются в специальных руководствах (Повзик Я.С. и соавт., 1990 г.; Бахтин А.К., 1984 г.; Иванников В.П., 1987 г.). Основные способы прекращения горения представлены в таблице 26.

*Таблица 26*

Способы прекращения горения

Способы охлаждения	Способы разбавления	Способы изоляции	Способы химического торможения реакции
Охлаждение сплошными струями воды. Охлаждение распыленными струями воды. Охлаждение перемешиванием горючих веществ	Разбавление струями тонкораспыленной воды. Разбавление газозооными струями. Разбавление горючих жидкостей водой. Разбавление негорючими парами и газами	Изоляция слоем пены. Изоляция слоем продуктов взрыва. Изоляция созданием разрыва в горючем веществе. Изоляция слоем огнетушащего порошка. Изоляция огнезащитными полосами	Торможение реакций огнетушащим порошком. Торможение реакций галогидропроизводными углеродородов

**4.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА  
УНИЧТОЖЕНИЯ ЗАПАСОВ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

К химически опасным следует отнести и объекты, выполняющие функции хранения запасов химического оружия, имеющиеся на территории Российской Федерации. Особенно острой становится эта

проблема в связи с реализацией программы поэтапного уничтожения запасов химического оружия.

Накопленные в различных странах запасы химического оружия как одного из видов оружия массового поражения представляют серьезную опасность всему живому на Земле.

Проблема уничтожения химического оружия в Российской Федерации определяется прежде всего наличием его больших запасов, хранящихся в семи арсеналах.

Химическое оружие характеризуется различными типами отравляющих веществ и способами их хранения, а также наличием разнообразных калибров и номенклатуры химических боеприпасов. В связи с невозможностью создания универсальной технологии для ликвидации различных типов отравляющих веществ и химических боеприпасов должны быть разработаны оригинальные технологии их уничтожения. В настоящее время определены конкретные сроки начала и окончания процесса уничтожения химического оружия, общая продолжительность которого составляет 10 лет.

Проблема ликвидации химического оружия в стране осложняется финансово-экономическими трудностями, негативным отношением общественности регионов хранения химического оружия к его уничтожению на своих территориях, а также сохранением социальной напряженности в регионах при длительном хранении этого оружия.

Накопленный опыт подготовительной работы по проблеме уничтожения химического оружия в Российской Федерации требует комплексного подхода к ее решению с учетом военно-политических, со-

циально-экономических и психологических аспектов государственной деятельности.

Запасы химического оружия в Российской Федерации включают химические боеприпасы в снаряжении отравляющими веществами, а также отравляющие вещества, хранящиеся в емкостях. Суммарное количество химического оружия по весу отравляющих веществ составляет около 40 тыс. тонн.

Распределение химического оружия на территории Российской Федерации представлено в таблице 27.

Таблица 27

Распределение запасов химического оружия по местам хранения

Место хранения	Объем запаса (в процентах)	Тип отравляющих веществ						
		Викс	Зарин	Зоман	Ип риг	Лобнит	Крипто-люизитные смеси	Фосген
г. Камбарка Удмуртской Республики	15.9	-	-	-	-	+	-	-
пос. Горный Саратовской области	2.9	-	-	-	+	+	+	-
пос. Кизнер Удмуртской Республики	14.2	+	+	+	-	+	-	-
пос. Марадыковский Кировской области	17.4	+	+	+	-	+	-	-
г. Почеп Брянской области	18.8	+	+	+	-	-	-	-
пос. Леонидовка Пензенской области	17.2	+	+	+	-	-	-	-

В арсеналах Министерства обороны Российской Федерации хранятся химические боеприпасы различных годов изготовления. После истечения гарантийных сроков хранения требуется обследование технического состояния, определение возможности их дальнейшего безопасного хранения силами специализированных предприятий промышленности и соответствующее финансирование таких работ.

Наряду с обычными химическими боеприпасами в арсеналах Министерства обороны Российской Федерации хранятся также боеприпасы сложной конструкции, которые перед уничтожением требуют разборки в специальных заводских условиях. Для уничтожения или утилизации составных частей таких боеприпасов необходима разработка промышленных технологий, проектирование и изготовление специальной оснастки и создание соответственных производственных мощностей в составе объектов по уничтожению химического оружия.

В январе 1993 г. Российской Федерацией подписана Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении.

В целях выполнения международных обязательств в области химического разоружения разработана федеральная целевая программа Уничтожение запасов химического оружия в РФ.

**Приоритетами Программы являются:**

- опережающее развитие социальной инфраструктуры в районах уничтожения химического оружия;
- обеспечение безопасности процесса уничтожения химического оружия;



— защита и оздоровление окружающей среды;  
— обеспечение минимальных бюджетных затрат на реализацию Программы. Достижение приоритетов Программы осуществляется:

— разработкой безопасных, экологически чистых и экономически приемлемых технологий уничтожения химического оружия;

— созданием специально спроектированных и оснащенных объектов по уничтожению химического оружия в регионах его хранения;

— созданием высокоэффективных и надежных систем мониторинга окружающей среды, здоровья обслуживающего персонала и населения в местах уничтожения.

Программа имеет четко выраженную целевую направленность и характеризуется конечными результатами, достаточными для решения проблемы уничтожения химического оружия в Российской Федерации. Основанием для разработки Программы являются Указ Президента Российской Федерации от 24 марта 1995 г. № 314 «О подготовке Российской Федерации к выполнению международных обязательств в области химического разоружения», постановление Правительства Российской Федерации от 2 июля 1994 г. № 764 «Об утверждении плана первоочередных мероприятий по подготовке Российской Федерации к ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении», поручение Правительства Российской Федерации от 19 апреля 1995 г. № ОС-П7-11758.

**4.6. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО  
И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА**

Предупреждение чрезвычайных ситуаций — это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Организация работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций в масштабах страны проводится в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года» (Постановление Правительства РФ № 1098 от 29.09.1999 г.). В соответствии с этим постановлением определены основные направления предупреждения ЧС, уменьшения потерь и ущерба от них:

- мониторинг окружающей природной среды и состояния объектов народного хозяйства;
- прогнозирование ЧС природного и техногенного характера и оценка их риска;
- рациональное размещение производительных сил по территории страны с точки зрения природной и техногенной безопасности;
- предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения их накапливающегося потенциала;

— предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;

— разработка и осуществление технологических мер по снижению возможных потерь и ущерба от ЧС (смягчению их возможных последствий) на конкретных объектах и территориях;

— подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС;

— разработка и участие в специальных мероприятиях по предупреждению террористических и диверсионных актов и их последствий;

— декларирование промышленной безопасности и лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности;

— проведение государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

— проведение государственного надзора и контроля по вопросам природной и техногенной безопасности;

— страхование природных и техногенных рисков;

— информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания.

#### **4.7. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРОРИЗМА И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

Последние 15 лет международное сообщество испытывает все возрастающий натиск терроризма,

Например, в России в 1996 г. по сравнению с двумя предыдущими годами прослеживалось увеличение учтенных преступлений, связанных с терроризмом, в 2,5 раза. Происходят неблагоприятные качественные изменения. Среди них можно выделить: увеличение посягательств на жизнь и здоровье людей при уменьшении доли посягательств на материальные объекты; рост масштабности, для которой характерны большие человеческие жертвы; усиление жестокости и безоглядности действий террористов. Расширяется также информационная, тактическая, взаимная ресурсная поддержка террористических сообществ и групп как в отдельно взятой стране, так и в международном масштабе. Происходит сращивание политического и уголовного терроризма на фоне слияния и сотрудничества нелегальных и легальных структур экстремистского толка с националистическими, религиозно-сектантскими, фундаменталистскими и другими сообществами на основе взаимовыгодных интересов. Терроризм распространяется словно страшная, неотвратимая эпидемия XX в. [48].

Однако, практически ни в одной стране мира не выработана на государственном уровне эффективная система мер для защиты государства, общества или личности от актов терроризма.

По видимому, начинать такую работу необходимо с четкого определения терроризма как социально-правового явления, дифференциации актов терроризма по масштабам, объему действий, количеству участников, мотивации и т.д.

На сегодняшний день нет четкого определения терроризма. Только с 1936 по 1981 год было предложено более 100 определений.

По мнению Г.М. Миньковского, В.П. Ревиня (1997 г.) характеристика терроризма как социально-правового явления требует выработки его определения в целом и дифференцируется применительно к разновидностям. В качестве элементов характеристики авторы выделяют: цель; мотив; содержание действий; намечаемые и реальные последствия.

Терроризм может преследовать цели совершения действий **серийных** и **разовых**, осуществляться **глобально** и **локально**.

Он может быть ориентирован на изменение политического строя, свержение руководства страны (региона), нарушение территориальной целостности, навязывание в качестве официальной идеологии определенных социальных, религиозных, этнических стандартов и вытекающих из них государственных решений, иное существенное изменение политики государства, освобождение арестованных террористов, «расшатывание» стабильности и запугивание общества, отдельных групп населения, причинение ущерба межгосударственным отношениям и провоцирование боевых действий (войны).

Используя для характеристики терроризма в качестве социально-правового явления такие элементы, как содержание и последствия действий террористов, следует указать на обязательность наличия насилия или его угрозы, обычно вооруженного; причинения или угрозы причинения такого вреда (человеческим жизням или здоровью, либо материального, морального, или всех этих видов в совокупности), который способен вызвать широкий резонанс, потрясти общество, оставить глубокий след в психологии населения или его значительной

группы, подорвать атмосферу безопасности, спокойствия, стабильности в обществе, формировать чувство незащитности перед «всесилием» террористов. Одновременно действия террористов по их последствиям связаны с затруднением нормальной деятельности государственного аппарата (или его важных звеньев) либо функционирования системы жизнеобеспечения населения.

Четкая характеристика терроризма в качестве социально-правового явления не является самоцелью. Она послужит сквозным ориентиром для того, чтобы определить задачи, правовые, организационные и ресурсные аспекты борьбы с терроризмом в структуре разработки и осуществления крупномасштабных мероприятий, относящихся к любой сфере внутренней и внешней политики России. Иными словами, целесообразно установить и законодательно закрепить порядок, при котором каждое политическое, идеологическое, экономическое решение подвергалось бы экспертизе на антитеррористический эффект. Такой подход соответствовал бы положению о том, что борьба с терроризмом становится одной из приоритетных задач государства и общества.

Что касается информационного обеспечения этих задач, проработке подлежат проблемы мониторинга терроризма и антитеррористической деятельности; унификация ведомственных и межгосударственных подходов к статистическим учетам, расширения круга статистических данных об участниках и пособниках терроризма, о потерпевших; создания единого банка информации (включая и данные о результатах судебного разбирательства) и режима

информационного обмена, согласования статистической отчетности о террористических преступлениях и смежных криминальных деяниях, разработки и внедрения методики оценки последствий террористических преступлений, включая ущерб от посягательств на жизнь и здоровье, на материальные объекты, на нормальную деятельность государственного аппарата, на спокойствие населения.

Применительно к правовому обеспечению необходимо принятие комплексного закона о борьбе с терроризмом с пакетом приложений к нему в виде указов Президента Российской Федерации, постановлений правительства, программных документов, межведомственных и ведомственных нормативных актов. Нужна новая редакция закона о безопасности, закона о чрезвычайном положении. Существенных дополнений требуют законы об оружии, об оперативно-розыскной деятельности, о милиции, прокуратуре, здравоохранении и психиатрической помощи, об обеспечении безопасности ядерных, химических, бактериологических и тому подобных объектов (в том числе хранилищ отработанных законсервированных, уничтожаемых материалов), об информационной безопасности, о рекламе и деятельности СМИ, о местном самоуправлении и т.д.

### ***Взрыв как средство террора***

В течение последних 200 лет основным средством террора является применение взрывчатых веществ (ВВ) и взрывных устройств (ВУ).

В настоящее время известно более сотни типов ВВ, но применение в военном деле и промышленности по различным причинам находят до 30 из них. В военных целях обычно используются тротил, сплавы тротила с гексогеном, различные смеси на основе гексогена. Агрегатные состояния разные — твердые, жидкие, газообразные. Надо заметить, что даже профессионалу сложно визуально отличить ВВ от какого-нибудь похожего инертного материала, поэтому идентификация не может быть произведена быстро и без применения спецсредств [49].

### **Способы приведения в действие ВУ**

Эти способы разнообразны и постоянно совершенствуются. В 1977 году в СССР была открыта новая страница в применении взрывных устройств в качестве средства террора 8 января 1977 года, в Москве прогремели три взрыва, при этом самый страшный — в метро — унес более десяти жизней. Террористы использовали способ взрыва **по истечении заданного времени замедления**. В качестве взрывателя замедленного действия они применили обычные механические часы. В целом же при этом способе в ходу и различные электронные схемы, приборы, имеющие в своем составе таймер.

При взрыве **по радиосигналу** террорист может использовать управляемые по радио игрушки, мобильные телефоны, пейджеры, радиостанции и т.д. Этот способ освоен в Чечне боевиками, при этом в качестве при-емно-передающих устройств применяют радиостанции УКВ диапазона.



Используется также взрыв путем подачи импульса тока на электродетонатор по проводам. Типичный пример — теракт на Котляковском кладбище. Способ наиболее прост и применяется для подрыва с безопасного расстояния, когда террорист визуально наблюдает жертву. Также могут закладывать ВУ в бытовую аппаратуру и технику.

Большое распространение получили ВУ, срабатывающие при подключении потребителей энергии (телевизоров, радиоприемников и т.д.) к сети или при включении определенного потребителя электроэнергии в автомобиле (фар, стоп-сигнала, звукового сигнала и пр.). Взрыв может также произойти от непосредственного контакта человека или транспортного средства с взрывателем.

Необходимо отметить, что удельный вес терактов с использованием ВУ весьма высок. Например, в 1999 году в России прогремело 539 криминальных взрывов, было обезврежено 150 взрывных устройств. В то же время всем наиболее памятливые страшные теракты, когда жертвами становились случайные люди — это взрывы в жилых домах в 1999 г., в подземном переходе на Пушкинской площади в 2000 г.

При готовящемся взрывном теракте всегда есть демаскирующие признаки:

- припаркованный в неположенном месте или очень близко от здания автомобиль;
- оставленный прицеп;
- бесхозный предмет с имеющимися на нем источниками питания;
- провода, растяжки из проволоки, веревки;

— шум, тиканье из оставленной без хозяина сумки, пакета;

— необычное расположение урн, контейнеров для мусора и т.д.;

При подозрении на закладку или обнаружении ВУ необходимо:

— немедленно сообщить об обнаруженном предмете в милицию, органам власти;

— изолировать место с подозрительным предметом, не подходить к нему, не трогать и не подпускать других;

— если дело происходит в помещении, эвакуировать весь персонал, по возможности открыть все окна и двери для рассредоточения ударной волны;

— исключить использование мобильных телефонов, радиосвязи, так как это может привести к срабатыванию ВУ.

Ликвидация последствий террористических актов взрывчатого характера осуществляется по единой схеме ликвидации последствий ЧС мирного и военного времени. Однако необходимо помнить, что минно-взрывная травма относится к числу наиболее тяжелых видов боевой патологии и травм мирного времени.

Для таких ранений типичны крайние степени травматического шока, наиболее высокая частота острой массивной кровопотери. Особыми механизмами ее возникновения объясняются обширные повреждения мягких тканей, костей, суставов, часто с полным разрушением или отрывом одного или даже нескольких сегментов конечностей, сочетанные повреждения органов груди, живота, головы...

Важно помнить одно: в некоторых случаях человека можно спасти, если помощь будет оказана незамедлительно.

По данным физиологических и лабораторных обследований восьмисот пострадавших, установлено, что если в течение первого часа после получения минно-взрывной травмы не оказать первую помощь (наложить жгут, остановить кровотечение, ввести противошоковые препараты), то вероятность смерти увеличивается на 80%. Таким образом, оказание доврачебной помощи является принципиальным, жизненно необходимым фактором.

#### **4.8. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ**

В книге «Безопасность России» [31] так характеризуются опасности военного времени:

— они планируются, подготавливаются и реализуются человеком, его разумом и поэтому имеют более сложный и изощрённый характер, чем природные и техногенные опасности;

— в реализации опасностей военного времени меньше стихийного и случайного; оружие применяется, как правило, в самый неподходящий момент для жертвы агрессии и в самом уязвимом для нее месте;

— развитие средств поражения всегда опережает развитие адекватных средств защиты; в течение какого-то промежутка времени имеется превосходство средств нападения над средствами защиты;

— для создания средств нападения всегда используются последние научные достижения, привлекаются лучшие научные силы, лучшая научно-производственная база; все это ведет к тому, что от неко-

торых средств нападения практически невозможно найти средств и методов защиты; в частности, это относится к ракетно-ядерному оружию.

— современные и будущие войны все чаще носят террористический, антигуманный характер; мирное население воюющих стран превращается в один из объектов вооруженного воздействия с целью подрыва воли и способности противника оказывать сопротивление.

Таким образом, современные войны имеют характерные особенности, перечисленные в таблице 28.

По данным литературы [31] к современным видам оружия, основанного на новых физических принципах, относятся:

Таблица 28

## Характерные особенности современных войн

№№ п/п	Особенности войн
1.	Применение различных форм и методов боевых действий, в том числе нетрадиционных
2.	Сочетание военных действий (проводимых в соответствии с правилами военной науки) с партизанскими и террористическими действиями
3.	Широкое использование криминальных и других иррегулярных формирований
4.	Скоротечность военных действия
5.	Избирательность поражения объектов
6.	Сочетание мощного огневого поражения, экономического, политического, дипломатического и информационно-психологического воздействия
7.	Повышение роли высокочастотных радиоуправляемых средств
8.	Нанесение точечных ударов по ключевым объектам

- лазерное оружие;
- источники некогерентного света;
- СВЧ оружие;
- инфразвуковое оружие;
- средства радиоактивной борьбы;
- оружие электромагнитного импульса
- биотехнологическое оружие
- средства информационной борьбы
- высокочастотное оружие нового поколения;
- метеорологическое, геофизическое оружие;
- биологическое оружие нового поколения, включая психотропные средства;
- химическое оружие нового поколения;
- психотропное оружие;
- парапсихологические методы воздействия на человека.

Катастрофические последствия для цивилизации представляет возможность применения оружия массового поражения. Принятые за последние годы решения о сокращении ядерных потенциалов, запрещении и уничтожении химического и биологического оружия, снижают возможности его применения, но полностью не исключают их.

### ***Краткая характеристика ядерного оружия и очага ядерного поражения***

Ядерное оружие — самое мощное оружие массового поражения, основанное на использовании внутренней ядерной энергии.

В результате применения ядерного оружия возникает **очаг ядерного поражения (ОЯП)** — территория подвергшаяся воздействию поражающих факторов ядерного взрыва.

К поражающим факторам ядерного взрыва относятся: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности, электромагнитный импульс.

**Ударная волна** — это область сжатого воздуха, стремительно распространяющаяся во все стороны от эпицентра взрыва с огромной скоростью. Основная характеристика этого фактора — избыточное давление ( $\Delta P$ ) во фронте ударной волны, т. е. величина, на которую это давление превышает атмосферное ( $P_0$ ). Измеряется избыточное давление в кПа (килопаскалях). На взрывную волну расходуется до 50% энергии ядерного взрыва.

Под действием ударной волны происходит разрушение зданий, сооружений, транспортных магистралей. Поскольку во фронте ударной волны температура воздуха может достигать высоких величин (при  $\Delta P = 100$  кПа — до  $350^\circ\text{C}$ , то возможно возникновение пожаров. Незащищенные люди получают закрытые и открытые повреждения. Причиной открытых повреждений являются чаще всего вторичные факторы действия ударной волны — летящие обломки зданий, сооружений и т. д. Продолжительность действия ударной волны около 15 сек.

**Световое излучение** — это электромагнитное излучение в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра. Представляет собой огненный шар с температурой 8-10 тыс.градусов. На световое излучение расходуется до 30—35% энергии ядерного взрыва. Продолжительность действия около 12 сек. Световое излучение вызывает массовые пожары; у незащищенных людей — ожоги различной

степени тяжести в зависимости от расстояния от эпицентра взрыва.

**Проникающая радиация** — это поток гамма-лучей и нейтронов, обладающих большой проникающей способностью. На долю проникающей радиации приходится около 10% энергии взрыва, действие этого фактора длится около 15 сек; расстояние, на котором действует проникающая радиация около 1,5 км.

На своем пути гамма-лучи и нейтроны вызывают ионизацию среды. У незащищенных людей, в зависимости от поглощенной дозы, может возникнуть лучевая болезнь различной степени тяжести (см. в разделе аварии на радиационноопасных объектах).

Радиоактивное заражение местности возникает в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из облака ядерного взрыва.

Степень радиоактивного заражения местности зависит от вида взрыва, мощности ядерного боезапаса, метеорологических условий (наличия, скорости и направления ветра), рельефа местности. Выпадение радиоактивных веществ при наземном взрыве происходит по пути движения облака и образует на местности радиоактивный след эллипсоидной формы, ширина и длина которого определяется мощностью заряда, высотой взрыва, скоростью ветра.

Основными характеристиками радиоактивного заражения местности являются мощность экспозиционной дозы и экспозиционная доза. Местность считается зараженной если мощность ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ достигает 0,5 Р/час и выше.

Радиоактивные вещества выпавшие из облака, загрязняют одежду, открытые части тела незащи-

ценных людей и объекты окружающей среды — воздух, воду, почву, растения, продукты питания, фураж и т. д. Попадая внутрь организма с воздухом, водой и пищей РВ могут вызывать внутреннее облучение, что может отягощать течение лучевой болезни от внешнего облучения.

**Электромагнитный импульс** — это электрические и магнитные поля, возникающие в результате воздействия ионизирующего излучения на окружающую среду. Электромагнитный импульс повреждает аппаратуру, линии связи, радиоэлектронные устройства. У людей возникают вторичные поражения в результате повреждения аппаратуры.

Для определения характера разрушений, объема спасательных и восстановительных работ и условий их проведения очаг ядерного поражения условно делят на 4 круговые зоны: зона полных разрушений (АР — 50 кПа и выше); зона сильных разрушений (50—30 кПа); зона средних разрушений (30—20 кПа); зона слабых разрушений (20—10 кПа).

Потери среди незащищенного населения принято делить на безвозвратные (погибшие сразу или умершие в первые часы после взрыва) и санитарные (все нуждающиеся в медицинской помощи). Структура потерь среди незащищенного населения по зонам очага ядерного поражения представлена в табл. 29.

Санитарные потери складываются из механических повреждений и ОЖОГОВ; механических повреждений и лучевых поражений; ожогов и лучевых поражений; механических повреждений, ожогов и лучевых поражений, т. е. чаще всего это комбинированные поражения.



Таблица 29

Структура людских потерь (%) в очаге ядерного поражения

Зона разрушений	Всего	Безвозвратные потери	Санитарные потери
полных	90	80	10
сильных	50	35	15
средних	40	10	30
слабых	15	—	15

***Краткая характеристика химического оружия и очага химического поражения***

Химическим оружием называются отравляющие вещества и средства их боевого применения.

Отравляющими веществами (ОВ) называют высокотоксичные (ядовитые химические соединения, которые используются для поражения людей, животных, растений, объектов окружающей среды (воздуха, воды, почвы), запасов продовольствия, фуража и т. д.

По характеру воздействия на организм ОВ классифицируются на следующие группы:

- ОВ нервно-паралитического действия — зарин, зоман, Vx газы и др.;
- ОВ кожно-резорбтивного действия — иприт;
- ОВ удушающего действия — фосген, дифосгер и др.;
- ОВ общеядовитого действия — синильная кислота, хлорциан и др.;
- ОВ раздражающего действия — хлорацетофенон, адамсит;

— психотомиметические ОВ — «BZ» и LSD.

По тактическому назначению отравляющие вещества делятся на 3 группы: смертельные, раздражающие и временно-выводящие из строя.

**Смертельные** предназначены для уничтожения живой силы. В эту группу входят ОВ нервно-паралитического, кожно-резорбтивного, удушающего и общеейдового действия.

**Раздражающие** предназначены для ослабления боеспособности войск, их изнурения, а также для использования в полицейских и учебных целях. В эту группу входят ОВ раздражающего действия.

**Временновыводящие из строя** предназначены для дезорганизации войск. Эту группу составляют психотомиметические вещества.

В момент применения ОВ могут находиться в виде пара, тумана, дыма, грубодисперсного аэрозоля, а также в капельно-жидком состоянии.

В результате применения химического оружия возникает **очаг химического поражения (ОХП)** — территория, на которой произошло заражение объектов, окружающей среды и населения боевыми отравляющими веществами.

Размер и характер ОХП зависят от вида ОВ, способа их применения, рельефа местности, характера застройки населенных пунктов, метеоусловий и т. д.

По данным различных источников потери среди незащищенного населения могут составить от 80 до 90%. При применении различных ОВ структура потерь может быть различной. Например, при внезапности применения нервно-паралитических ОВ безвозвратные потери могут достигать 50%.

## ***Краткая характеристика биологического оружия и очага биологического поражения***

Биологическое оружие (БО) — это боеприпасы и приборы, снабженные патогенными микроорганизмами или их токсинами, предназначенными для заражения населения, объектов окружающей среды (воздуха, воды, почвы), растений, животных, запасов продовольствия, фуража с целью нанесения ущерба в живой силе и экономического ущерба противнику.

К боевым свойствам биологического оружия относятся: бесшумность действия; возможность производить значительный эффект в ничтожно малых количествах; продолжительность действия (вследствие эпидемического распространения); способность проникать в негерметизированные объекты; обратное действие (возможность поражения стороны, применившей оружие); сильное психологическое воздействие, способность вызывать панику и страх; дешевизна изготовления.

Основными способами применения БО остаются:

- аэрозольный — наиболее перспективный, позволяющий заражать обширные территории и все объекты окружающей среды;
- распространение на местности зараженных переносчиков инфекционных заболеваний (клещей, насекомых, грызунов);
- диверсионный — путем заражения питьевой воды и пищевых продуктов.

Теоретики биологического оружия предъявляют к биологическим агентам, планируемыми в качестве

средств нападения следующие требования: устойчивость в окружающей среде, высокая вирулентность (способность вызывать заболевания в небольших количествах), способность вызывать заболевания как у людей, так и у животных, высокая контагиозность (т. е. способность легко передаваться от больных здоровым), способность проникать в организм различными путями и вызывать соответствующие формы заболевания; способность вызывать заболевания трудно поддающиеся лечению.

В настоящее время биологические средства нападения делятся на следующие группы:

— средства поражения людей — сибирская язва, чума, туляремия, натуральная оспа, холера, сыпной тиф, Ку-лихорадка, сап, мелиоидоз, геморрагические лихорадки, ботулизм и др.

— средства поражения сельскохозяйственных животных — сибирская язва, чума свиней, чума крупного рогатого скота, энцефаломиелит лошадей, сап, бруцеллез, ящур и др.

— средства поражения сельскохозяйственных растений — ржавчина зерновых, фитофтороз картофеля, вирус свивания ботвы картофеля и свеклы, ржавчина кофе и др.

Не исключено применение комбинированных рецептур, а также применение биологических средств в сочетании с отравляющими веществами, либо на территории, зараженной РВ.

В результате применения БО возникает очаг биологического поражения (ОБП) — территория, на которой в результате применения биологических средств произошло массовое заражение людей, животных и растений инфекционными заболеваниями.

Размеры очага поражения зависят от вида микроорганизмов, способа применения, метеорологических условий и рельефа местности.

Границы ОБП чаще всего определяются границами населенных пунктов.

Для расчета санитарных потерь наибольшее значение имеют вид возбудителя, его устойчивость в окружающей среде, площадь заражения, численность населения на зараженной территории, обеспеченность населения средствами защиты, подготовленность населения к действиям при ЧС, в частности в очаге биологического поражения.

#### **4.9. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В МИРНОЕ И ВОЕННОЕ ВРЕМЯ**

Порядок подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 1995 г. № 738.

В соответствии с указанным постановлением подготовке в области защиты от ЧС подлежат:

— население, занятое в сферах производства и обслуживания, учащиеся общеобразовательных учреждений и учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования);

— руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовой формы и спе-

специалисты в области защиты от чрезвычайных ситуаций;

— работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления предприятий, учреждений и организаций в составе сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС;

— население, незанятое в сферах производства и обслуживания.

Основными задачами подготовки в области защиты от ЧС являются:

— обучение всех групп населения правилам поведения и основным способам защиты от ЧС, приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правилам пользования средствами коллективной и индивидуальной защиты;

— обучение (переподготовка) руководителей всех /ровней управления к действиям по защите населения от чрезвычайных ситуаций;

— выработка у руководителей и специалистов федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций навыков по подготовке и управлению силами и средствами, входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС;

— практическое усвоение работниками в составе сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС своих обязанностей при действиях в ЧС.

Защита населения **в чрезвычайных ситуациях** представляет собой комплекс мероприятий,

проводимых с целью не допустить поражения людей или максимально снизить степень воздействия поражающих факторов.

Одним из важнейших принципов защиты населения в ЧС является накопление средств индивидуальной защиты человека от опасных и вредных факторов и поддержание их в готовности для использования, подготовку мероприятий по эвакуации населения из опасных зон и использованию средств коллективной защиты населения (защитных сооружений).

Таким образом, обязательным является комплексность проведения защитных мероприятий, использование одновременно различных способов защиты. Это связано со значительным разнообразием опасных и вредных факторов и повышает эффективность имеющихся в настоящее время способов защиты.

К основным способам защиты населения в чрезвычайных ситуациях относятся:

- укрытие населения в защитных сооружениях (средства коллективной защиты);
- использование средств индивидуальной и медицинской защиты;
- рассредоточение и эвакуация населения из опасной зоны.

### ***Классификация и краткая характеристика средств коллективной защиты населения***

К средствам коллективной защиты населения относятся защитные сооружения: убежища, противорадиационные укрытия (ПРУ) и простейшие укрытия.

**Убежища** — это защитные сооружения герметического типа, защищающие от всех поражающих факторов ЧС мирного и военного времени. В убежище укрывающиеся люди не используют средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

**Противорадиационные укрытия** — это сооружения, защищающие людей от ионизирующего излучения, заражения радиоактивными веществами, каплями АОХВ и аэрозолей биологических средств.

**Укрытия простейшего типа** — это щели, траншеи, землянки. На их возведение не требуется много времени, но они могут эффективно защищать людей от определенных факторов ЧС.

Защитные сооружения классифицируются по назначению, месту расположения, времени возведения, защитным свойствам, вместимости (рис. 10).

**По назначению** различают защитные сооружения **общего назначения** (для защиты населения в городах и сельской местности) и **специального назначения** — для размещения органов управления, систем оповещения и связи, лечебных учреждений.

**По месту расположения** различают встроенные и отдельно стоящие. **Встроенные сооружения** располагаются в подвальных и цокольных этажах зданий; они имеют большое распространение, их строительство экономически более целесообразно.

**Отдельно стоящие** защитные сооружения располагаются вне зданий.

**По времени возведения** различают **возводимые заблаговременно**, которые представляют собой капитальные сооружения из долговечных нестораемых материалов и **быстровозводимые**, сооружаемые в



особый период при угрозе чрезвычайной ситуации с применением подручных материалов.

По защитным свойствам убежища делятся на 5 классов. Защитные свойства определяются способностью убежища, его ограждающих конструкций выдержать определенную величину избыточного давления ударной волны.

По вместимости различают убежища малой вместимости (до 600 чел), средней вместимости (600—2000 чел) и большой вместимости (более 2000 чел).

К защитным свойствам убежищ предъявляются определенные требования, которые предполагают строгое выполнение правил строительства и эксплуатации. Только в этом случае защитные сооружения могут выполнить свое прямое предназначение:

— убежища должны обеспечивать надежную защиту от всех поражающих факторов ЧС;

— ограждающие конструкции должны иметь необходимые термические сопротивления для защиты от высоких температур;

— убежища должны быть соответственно оборудованы для пребывания в них людей не менее двух суток;

— ПРУ должны обеспечивать расчетную кратность ослабления ионизирующего излучения;

— ПРУ должны быть обеспечены санитарно-техническими устройствами для длительного пребывания в них людей;

— простейшие укрытия выбираются таким образом, чтобы они могли защитить людей от светового излучения, проникающей радиации и действия ударной волны.

## **Классификация и краткая характеристика средств индивидуальной защиты населения**

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты кожи и органов дыхания от попадания радиоактивных веществ, отравляющих веществ и биологических средств (РВ, ОВ и ВС).

В соответствии с этим средства индивидуальной защиты делятся по назначению на **средства защиты органов дыхания, средства защиты кожи и медицинские средства защиты.**

Классификация средств индивидуальной защиты представлена на рис. 11.

В зависимости от принципа защиты все СИЗ делятся на **изолирующие** — полностью изолирующие человека от факторов окружающей среды и **фильтрующие** — очищающие воздух от вредных примесей. По способу изготовления все СИЗ делятся на **промышленные** (изготовленные заранее) и **подручные** (изготавливаемые самим населением из подручных средств).

Кроме того, различают СИЗ **табельные** — предназначенные для определенных формирований и **нетабельные** — предназначенные для обеспечения формирований и населения в дополнение к табельным или вместо них.

Средства защиты органов дыхания:

**1. Фильтрующие:** противогазы гражданские (ГП-5, ГП-7), общевойсковые **РШ-4, ПМГ-2**), детские (ДП-6, ДП-6М, ПДФ-Ш);

— респираторы для взрослых **Р-2**, для детей **Р-2Д**, промышленные **РПГ-67, РУ-6Ом, «Лепесток».**



Рис. 10. Классификация средств коллективной защиты населения

— простейшие средства защиты — ватно-марлевые повязки, противопылевые тканевые маски.

2. Изолирующие: ИП-4, ИП-5, КИП-5, КИП-7 и др.

Выбор противогазов (фильтрующие или изолирующие, промышленные или гражданские и т. д.)

определяется на месте, соответствующими формированиями в зависимости от характера ЧС и условий окружающей среды.

Средства защиты кожи предназначены для защиты открытых участков тела, одежды, обуви от попадания АОВХ, РВ и БС:

1. Фильтрующие средства защиты кожи:

— ЗФО-58 — защитная фильтрующая одежда — хлопчатобумажный комбинезон, пропитанный хемосорбционными химическими веществами;

— подручные средства — обычная, повседневная одежда (спортивные костюмы, плащи, рукавицы, сапоги); для повышения защитных свойств одежда может быть заранее пропитана мыльно-масляной эмульсией; для приготовления мыльно-масляной эмульсии 1 кусок хозяйственного мыла измельчают на терке и растворяют в 0,5 л растительного масла.

2. Изолирующие средства защиты кожи:

— ОЗК (общевойсковой защитный комплект), Л—1 (легкий изолирующий костюм) и др., которые изготавливаются из прорезиненной ткани. Ими оснащаются определенные формирования по ликвидации ЧС. Время пребывания в изолирующей одежде ограничено из-за нарушения процессов терморегуляции и зависит от метеоусловий.

### **Средства медицинской защиты**

Средства медицинской защиты предназначены для профилактики или уменьшения степени воздействия поражающих факторов ЧС, а также для оказания первой медицинской помощи пострадавшим в ЧС.

К средствам медицинской защиты относятся радиозащитные средства, антидоты (противоядия), антибактериальные препараты, средства частичной санитарной обработки.

В настоящем пособии авторы не ставят целью подробную характеристику указанных средств. Подбором необходимых препаратов, объяснением населению правил их приема занимаются специальные подразделения медицинской службы. Здесь приводится только перечень и краткая классификация средств медицинской защиты.

**Радиозащитные средства** — это препараты, способствующие повышению сопротивляемости организма действию РВ. Они делятся на следующие группы:

— средства профилактики поражений при внешнем облучении (радиопротекторы);

— средства ослабления первичной реакции организма на облучение (в основном это противорвотные средства);

— средства профилактики радиационных поражений при попадании РВ внутрь организма (препараты способствующие максимально быстрому выведению РВ из организма);

— средства профилактики поражений кожи при загрязнении ее РВ (средства частичной санитарной обработки).

**Антидотами** (противоядиями) называют вещества или препараты, способствующие разрушению или нейтрализации ОВ.

Антидотную терапию проводят только при подтверждении факта применения ОВ и его идентификации.

Антидоты делят на неспецифические (адсорбенты) и специфические, действующие избирательно в отношении определенных ядов.



Рис. 11. Классификация средств индивидуальной защиты

**Противобактериальные** средства применяются при применении или при угрозе применения биологических средств (БС).

Антибактериальные средства делят на средства специфической и неспецифической профилактики.

Средства неспецифической профилактики применяют при угрозе загрязнения окружающей среды БС или после заражения, если не известен вид возбудителя. К ним относятся антибиотики, интерфероны.

С момента установления вида возбудителя проводится специфическая профилактика препаратами, к которым точно установлена чувствительность определенного вида возбудителя или гамма-глобулинами.

К табельным средствам медицинской защиты относятся: АИ-2 (аптечка индивидуальная), в комплект которой входят средства первичной профилактики шока, а также антидоты, радиопротекторы и антибактериальные средства; индивидуальный противохимический пакет различных модификаций, предназначенный для частичной санитарной обработки; пакет перевязочный индивидуальный (ППИ).

**Санитарная обработка** — это комплекс мероприятий по частичному или полному удалению с поверхности кожи и слизистых оболочек РВ, ОВ и БС.

В соответствии с этим различают частичную и полную санитарную обработку.

Частичная санитарная обработка проводится в очаге поражения в порядке само- и взаимопомощи при помощи индивидуального противохимического пакета.

Полная санитарная обработка проводится после выхода из очага поражения и заключается в мытье

всего тела водой с применением моющих средств с последующей дезактивацией, дегазацией и дезинфекцией одежды и обуви.

### **Рассредоточение и эвакуация населения из опасной зоны**

Подготовка эвакуационных мероприятий включает разработку планов эвакуации, создание и подготовку необходимых эвакуационных органов, подготовку транспорта для вывоза эвакуируемого населения, подготовку маршрутов эвакуации и безопасных районов для размещения эвакуируемого населения, материальных и культурных ценностей в загородной зоне.

**Рассредоточению** подлежат рабочие и служащие предприятий с непрерывным процессом производства и стратегически важных объектов.

**Эвакуации** подлежат рабочие и служащие объектов, прекративших работы или переместившихся в эвакуационную зону, а также население не занятое в сфере производства и обслуживания.

Эвакуационные мероприятия проводятся только по распоряжению правительства.

В целом перечисленные мероприятия по защите населения регламентированы государственным стандартом Р.22.3.03-94 «Безопасность в ЧС. Защита населения».



**Раздел 5**  
**МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**  
**СОСТОЯНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ ОКАЗАНИЯ**  
**ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ,**  
**И МЕТОДЫ ОКАЗАНИЯ**  
**ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

Течение и исход заболевания человека, получившего любое повреждение в быту, в случае возникновения стихийных бедствий, производственных аварий, террористических актов, зависит от своевременности и грамотности оказания первой медицинской помощи на месте происшествия.

Современные формы участия общественности и всего населения в оказании первой медицинской помощи в мирное и военное время зародились давно и были испытаны еще Н.И. Пироговым. С тех пор не теряет актуальности обучение населения приемам оказания первой помощи. Однако она может быть эффективной только в том случае, если оказывающий помощь действует сознательно, обладает элементарными медицинскими знаниями и приемами. В связи с этим в этом разделе правилам оказания первой помощи предшествует краткая медицинская характеристика соответствующих состояний.

**5.1. КРАТКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАН  
И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНАХ**

**Виды ран и их характеристика**

Все травматические повреждения организма, в зависимости от того, нарушается при этом целостность наружных покровов (кожи, слизистой оболочки) или нет, делятся на две большие группы — открытые (раны, ранения) и закрытые.

Раной называется такое повреждение тканей организма, при котором обязательным элементом является нарушение целостности наружных покровов тела (кожи, слизистой оболочки) на всю их глубину. Нарушение поверхностных слоев покровов приводит к образованию ссадин и царапин. Деление повреждений на закрытые и открытые имеет принципиальное значение главным образом потому, что неповрежденные покровы тела являются мощным барьером для проникновения в организм микробов.

В зависимости от вида ранящего орудия различают раны резаные, рубленые, колотые, рваные, ушибленные и огнестрельные.

**Резаные и рубленые раны** имеют обычно ровные края, ткани которых повреждены незначительно, хорошо кровоточат и быстро заживают, оставляя тонкий рубец.

**Колотые раны** характеризуются наличием длинного и узкого раневого канала, нередко проникающего в полости тела и расположенные там внутренние органы.

**Рваные и ушибленные раны** характеризуются незначительной кровоточивостью, большим диапа-

зоном разрушения тканей, которые в большом количестве затем отмирают и создают хорошие условия для размножения инфекции и развития нагноительного процесса. Эти раны заживают медленно, как правило — с нагноением.

Все перечисленные виды ран происходят от холодного оружия (падающих обломков зданий, сооружений), предметов бытового обихода и наблюдаются во время стихийных бедствий, аварий, катастроф мирного времени.

Ранения делятся также на проникающие и не проникающие в полости тела. Так, например, проникающие ранения черепа характеризуются нарушением целостности твердой мозговой оболочки; ранения груди — разрывом плевральной оболочки; живота — нарушением целостности брюшины.

Ранения могут быть также одиночными и множественными; сочетанными — когда ранящее орудие на своем пути поражает несколько органов; комбинированными — например механическая травма и ожог.

### ***Клинические признаки ран***

Основными клиническими признаками раны являются боль, кровотечение, зияние (расхождение краев), нарушение функции поврежденной части тела. Это, по существу, местные симптомы ранения. Но организм отвечает на ранение и общими реакциями, которые выражаются в недомогании, повышении температуры тела, реакциях со стороны крови и т.д., что на первых порах объясняется всасыванием в кровь раневого секрета, явлениями асептического воспаления в ране.

Наиболее опасные осложнения ран — кровотечение, шок и инфицирование раны.

Сильное **кровотечение** может вызвать острую кровопотерю. Считается, что быстрая потеря 1/4 части всей крови опасна для жизни взрослого человека, а потеря 1/2 — части смертельна.

Учитывая решающее значение фактора времени при кровотечении, считается правилом, что первой задачей при оказании раненым всех видов медицинской помощи является остановка кровотечения.

**Шок** — это тяжелая и опасная для жизни нервно-рефлекторная реакция организма на мощный поток болевых импульсов. Проведение противошоковых мероприятий является второй важной задачей при оказании раненым всех видов медицинской помощи.

**Инфекция ран** является очень серьезным осложнением, которое нередко определяет дальнейшую судьбу раненых.

Различают первичное и вторичное микробное загрязнение раны. Первичное наступает в момент ранения. Его основными источниками являются ранящий снаряд, кожа и одежда в области раны, вторичные инородные тела и пыль, попавшие в рану. Вторичное наступает при запоздалом или неумелом наложении первичной повязки, при ее сползании в последующем, при нарушении правил асептики во время перевязок и операций.

### ***Первая медицинская помощь при ранах***

Первую медицинскую помощь оказывают обычно непосредственно на месте происшествия, в очаге

стихийного бедствия или катастрофы в порядке само- и взаимопомощи. При этом необходимо соблюдать следующие важнейшие условия:

а) в первую очередь производится временная остановка кровотечения — прижатием сосуда на протяжении, фиксацией конечности в положении максимального сгибания или разгибания, наложением давящей повязки, наложением жгута или закрутки (способы временной остановки кровотечения будут рассмотрены ниже);

б) затем рана как можно быстрее должна быть закрыта асептической повязкой, которая защищает рану от проникновения микробов, способствует остановке капиллярного кровотечения и в определенной степени уменьшает боль.

Если наложению повязки мешает одежда, ее разрезают или осторожно снимают сначала со здоровой, а затем с поврежденной конечности.

В ряде случаев одежду и обувь приходится разрезать по шву. В холодное время двумя горизонтальными разрезами (ниже и выше раны) и одним вертикальным на одежде выкраивается клапан, который откидывается в сторону, и рана становится доступной для манипуляций.

При перевязке необходимо неукоснительно выполнять следующие правила:

— ничем не промывать рану, не удалять инородные тела, не касаться раны руками;

— не прикладывать к ране нестерильный перевязочный материал, не касаться руками и не загрязнять другими путями ту поверхность материала, которая будет соприкасаться с раной;

— после смазывания настойкой йода кожи, окружающей рану, рана закрывается асептической повязкой.

Удобнее всего пользоваться при перевязке индивидуальным перевязочным пакетом, который простерилизован и пропитан сулемой в заводских условиях. Передвигая подвижную подушечку, можно закрыть и входное и выходное отверстия раны; расположив обе подушечки рядом, можно закрыть ими значительную раневую площадь; поместив одну подушечку на другую, можно наложить давящую повязку и, наконец, используя в качестве воздухо непроницаемой прокладки прорезиненную матерчатую оболочку пакета, можно наложить окклюзионную повязку при повреждении грудной клетки.

При отсутствии стандартных асептических перевязочных материалов можно пользоваться заранее заготовленными подручными материалами — из одежды, простыней, наволочек и других материалов.

Важным фактором лечения ран является создание для поврежденного участка тела максимально возможного покоя (иммобилизация). Это особенно важно при ранении конечности с одновременным переломом кости, когда острые отломки при своем движении могут дополнительно повреждать мягкие ткани, а также усиливать болевые ощущения в ране и тем способствовать развитию шока.

Такой покой обеспечивается наложением транспортных шин на конечности, а если ранена часть тела, недоступная наложению шины, — укладыванием раненого на жесткий щит.

Иммобилизация показана при переломе костей и при обширных ранениях и сдавлениях мягких тканей.

Все перечисленные мероприятия, особенно остановка кровотечения и иммобилизация, являются и существенными противошоковыми мероприятиями. Из других мероприятий этого профиля обязательны следующие:

- введение под кожу из шприц-тюбика 1 мл 1% -ного раствора морфия или дача внутрь морфиноводочной смеси (одна ампула раствора морфия с 50—100 мл водки);
- предохранение пострадавшего от переохлаждения (укутывание одеждой, одеялом);
- согревание (горячий чай, кофе и т.д.);
- быстрый вынос из зоны бедствия во временный пункт сбора пострадавших или в медицинское учреждение.

### ***Виды повязок и правила наложения повязок***

Повязки — это приспособления, позволяющие удержать часть тела в нужном положении или закрепить на ней перевязочный материал. Учение о повязках называется десмургией (от слов десмус — ткань, эргос — дело).

По своему предназначению повязки бывают фиксирующие перевязочный материал, давящие, иммобилизующие и создающие вытяжение.

В зависимости от применяемого материала повязки бывают мягкие и твердые.

Мягкие повязки обычно применяются как фиксирующие и давящие. При этом в качестве перевязочного материала, как правило, используется марля, накладываемая непосредственно на рану (при

ожогах с успехом применяют широкопетлистую капроновую сетку, которая не прилипает к ране и легко снимается при смене повязки), затем идет слой белой ваты или лигнина (в особых условиях может быть применен мох и торф, заключенные в мешочки и простерилизованные). Для создания равномерного давления включается также слой поролона. Весь этот перевязочный материал может закрепляться с помощью бинта или косынки, контурной повязки, а также — липкого пластыря, клеола, коллодия и т. д. В последнее время с этой целью применяются эластичные сетчато-трубчатые медицинские бинты «Ретелест», которые представляют собой рукава из сетчатого трикотажа из эластомерной нити, оплетенной синтетическими волокнами и хлопчатобумажной пряжей. Эти рукава весьма эластичны и могут быть наложены для закрепления перевязочного материала на любую часть тела.

К твердым повязкам относятся шинные, крахмальные, гипсовые, клеевые, пластмассовые и др. Эти повязки обычно применяются как иммобилизирующие и вытягивающие.

Для оказания первой помощи применяются готовые повязки, так называемые индивидуальные перевязочные пакеты (или пакеты первой помощи). Их основная цель — защитить рану от инфицирования во время доставки пострадавшего на перевязочный пункт, так как, если рана не будет защищена повязкой, она может инфицироваться, а это, в свою очередь, может осложнить ее дальнейшее течение.

**Индивидуальный перевязочный пакет.** Для оказания первой помощи применяются готовые по-



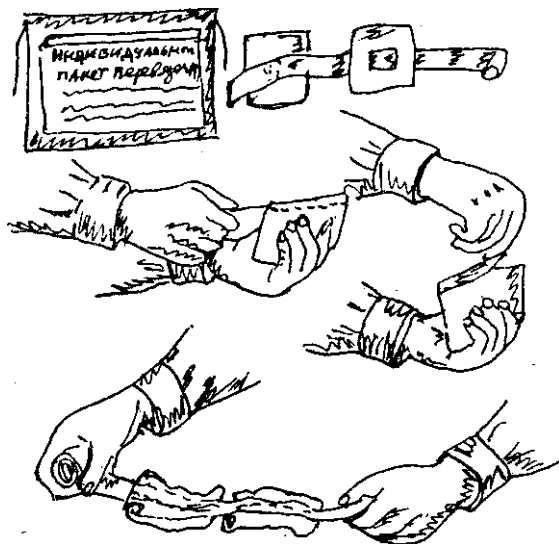
вязки, так называемые перевязочные пакеты первой помощи. Их основная цель — защитить рану от загрязнения во время эвакуации. Пакет заключен в две оболочки — прорезиненную и бумажно-пергаментную. Верхняя прорезиненная вскрывается по надрезу, а внутренняя пергаментная разрывается или разворачивается с одновременным извлечением английской булавки. Стерильный антисептический перевязочный материал, заключенный в перечисленные оболочки, состоит из двух ватно-марлевых подушек, накладываемых в случае сквозного ранения на входное и выходное отверстия, и бинта. Одна подушечка передвигается на общем бинте, предназначенная для удержания повязки, другая же закрепляется на свободном конце бинта. Основное правило при применении индивидуального перевязочного пакета — не касаться руками внутренней, накладываемой на рану поверхности повязки (рис. 12).

В стандартной упаковке промышленностью выпускаются в качестве перевязочного материала бинты различных размеров, которые чаще всего используются для наложения повязок.

### ***Общие правила бинтования***

Пострадавший должен находиться в удобном для него положении, оказывающий помощь — лицом к пострадавшему — следит за его состоянием.

Сначала укрепляется свободный конец бинта ниже раны, бинтование осуществляется снизу вверх. Бинт разворачивается слева направо, причем каждый оборот, или тур, бинта на  $1/3$ — $2/3$  прикрывает ширину



*Рис. 12.* Правила пользования индивидуальными перевязочными пакетами

бинта предыдущего тура. Головка бинта должна катиться, скользя по бинтуемой части тела, не отходя от нее. Закончив бинтование, необходимо проверить и осведомиться о самочувствии больного.

### **Основные типовые повязки**

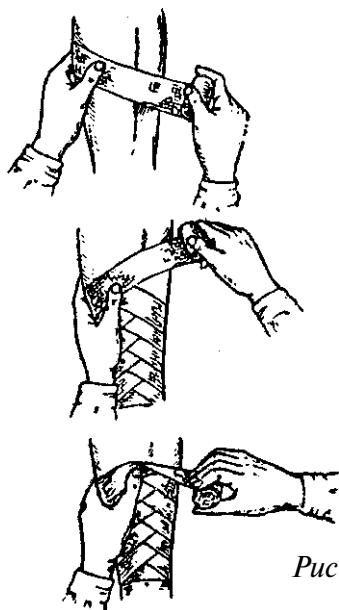
Наиболее распространенной и простой является **круговая (циркулярная)** повязка. При ее наложении обороты бинта должны ложиться один на другой, причем каждый последующий прикрывает целиком предыдущий.

**Спиральная повязка** начинается так же, как и предыдущая, т. е. с двух-трех круговых туров, а затем обороты бинта идут в косом направлении (спи-

ральном), лишь частично на  $1/2$ — $2/3$  прикрывая предыдущий тур. Эта повязка может быть восходящей или нисходящей (рис. 13).

**Черепашья повязка** (сходящаяся и расходящаяся) очень удобна для наложения в области согнутых суставов, локтевого, коленного и др. В области коленного сустава расходящаяся повязка начинается с кругового хода через наиболее выдающуюся часть колена, затем идут подобные же туры ниже и выше предыдущего. Туры перекрещиваются в подколенной впадине и расходятся в обе стороны от первого, все более закрывая область сустава. Повязка закрепляется вокруг бедра.

**Восьмиобразная или крестообразная повязка** называется так потому, что по своей форме или



ходу бинта описывает восьмерку, очень удобна при бинтовании частей тела с неправильной поверхностью (затылок и задняя поверхность шеи, грудь).

**Повязки на голову.** При небольших повреждениях головы можно прибегать к коллоидным повязкам, причем волосы в области повязки должны быть тщатель-

Рис. 13. Спиральная повязка с перегибами

но выстрижены. Очень удобны при небольших повреждениях пращевидные повязки, иногда можно применять косыночную повязку.

Более обширные области прикрывают бинтовыми повязками, например, восьмиобразной. Весь свод черепа может быть прикрыт так называемой возвращающейся повязкой головы, имеющей вид шапочки. Закрепив бинт круговым ходом вокруг головы, делают спереди перегиб и ведут бинт по боковой поверхности головы несколько косо, выше предыдущего. На затылке делают второй перегиб и прикрывают боковую сторону головы с другой стороны. Закрепив перегибы на передней и задней сторонах круговым ходом, продолжают, делают боковые ходы все выше и выше, пока не прикроют всю голову.

Несколько прочнее подобная же повязка — шапка Гиппократата, она накладывается с помощью двуглавого бинта или двух отдельных бинтов. Одним бинтом все время делают циркулярные обороты, через лоб и затылок, укрепляя ход второго бинта, закрывающего свод черепа.

**Чепец.** Очень удобна повязка чепцом, укрепляемая полоской бинта к нижней челюсти. Делается она так: от бинта отрывают кусок (завязку) чуть меньше метра, кладут его серединой на область темени, концы спускаются вертикально вниз спереди ушей, где сам больной или помогающий удерживает их в натянутом состоянии. Вокруг головы делают первый ход, затем, дойдя до завязки, бинт оборачивают вокруг нее и ведут несколько косо, прикрывая затылок. На другой стороне бинт снова перекладывают вокруг вертикальной ленты и

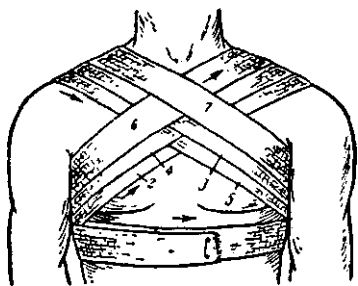


Рис. 14. Крестообразная повязка на грудь

он идет косо, прикрывая лоб и часть темени. Так, перекидывая каждый раз бинт через вертикальные ленты, ведут его все более вертикально, пока не прикроют всю голову. После этого бинт укрепляют или прикрепляют к вертикальной ленте, концы этой ленты завязывают под подбородком, что прочно удерживает всю повязку.

**Повязка на грудную клетку** — спиральная повязка груди. Оторванный метровый кусок бинта кладут серединой на левое надплечье, после чего спиральными круговыми ходами снизу вверх обвивают всю грудную клетку до подмышечных впадин и здесь закрепляют круговые ходы. Свободную висячую часть бинта спереди перекидывают через правое плечо и связывают с концом, висящим на спине.

**Повязка на область живота и таза.** На область верхней части живота можно наложить простую спиральную повязку, бинтуя снизу вверх, в нижней же части повязку необходимо укрепить к бедрам.

**Колосовидная повязка таза.** Закрывает нижнюю часть живота, верхнюю часть бедра, область ягодицы, боковую поверхность в области большого вертела и паховую область. Круговым ходом укрепляют бинт вокруг живота, потом бинт ведут сза-

ди наперед по боковой и передней поверхности бедра, затем бинтом обводят заднюю полуокружность бедра и в паховой области пересекают им предыдущий ход. Поднимая бинт по передней поверхности таза, им обводят заднюю полуокружность туловища и ведут опять на паховую область, повторяя второй и четвертые ходы. Повязка закрепляется круговыми турами вокруг живота.

**Повязка верхней конечности.** Их чрезвычайно много. Спиральная повязка пальца, спиральная повязка всех пальцев, восьмиобразная повязка большого пальца, восьмиобразная повязка кисти, возвращающаяся повязка кисти, повязка на предплечье и локоть, колосовидная повязка плеча, повязка подмышечной ямки, повязка на всю руку.

**Спиральная повязка пальца** начинается с круговых ходов в области запястья, затем бинт ведут косо через тыл кисти к концу большого пальца и отсюда спиральными поворотами бинтуют весь палец до основания, затем через тыл кисти бинт ведут на запястье, где и закрепляют.

**Восьмиобразная повязка кисти.** Кисть бинтуют обычно по типу восьмиобразной повязки. Повязка начинается круговым ходом на запястье. По тылу кисти бинт идет косо и переходит на ладонь, закрепляется круговым ходом и косо по тылу кисти возвращается на запястье, пересекая второй ход. В дальнейшем второй и четвертый туры повторяются. Закрепляют повязку на запястье.

**Повязка на предплечье и локоть.** На предплечье повязка накладывается по типу спиральной с перегибами. Начинается с двух-трех круговых хо-

дов, а затем туры бинта идут в косом направлении (спиральном) лишь частично (на две трети), прикрывая предыдущий ход. При наложении повязки на сегменты конической формы приходится прибегать к так называемому опрокидыванию бинта: бинт ведут несколько более косо, чем это нужно для спиральной повязки, большим пальцем левой руки придерживают его нижний край, раскрывают немного головку бинта и перегибают бинт по направлению к себе так, что верхний край его становится нижним. Перегиб бинта лучше всего делать на одной и той же стороне и по одной линии.

При согнутом под углом локте, что обычно делается при заболевании области локтевого сустава, повязку кладут по типу черепашьей.

**Колосовидная повязка на плечо** накладывается следующим образом. Бинт ведут через здоровую подмышечную впадину по передней стороне груди, переходят на плечо, обойдя плечо по передней, наружной и задней поверхности, проходят по внутренней поверхности плеча и из подмышечной области поднимают бинт косо по плечу. Перекрещивая

предыдущий ход по боковой поверхности плеча, переходят на спину и ведут по спине в направлении подмышечной впадины. Отсюда начинается третий ход (повторение первого хода), затем

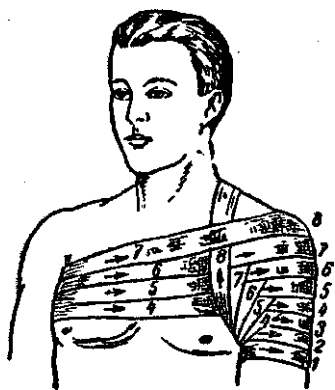


Рис. 15. Бинтование области плечевого сустава (колосовидная повязка)

несколько выше четвертый ход (повторение второго хода) и т. д.

**Повязка на всю руку** начинается в виде перчатки на пальцы и продолжается спиральной повязкой с перегибами до области плеча, где и заканчивается колосовидной повязкой.

**Повязки нижней конечности.** Спиральная повязка большого пальца ноги: отдельно бинтуют обычно только большой палец, причем повязку делают так же, как и на руке, укрепляют ее вокруг лодыжек, остальные пальцы закрывают вместе со всех сторон.

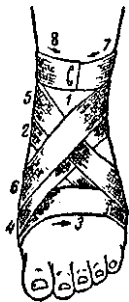


Рис. 16. Восьмиобразная повязка на голеностопный сустав

**Восьмиобразная повязка стопы.** Чтобы закрыть область голеностопного сустава, можно пользоваться повязкой по типу восьмиобразной. Начинают ее круговым ходом выше лодыжек, спускаясь наискось через тыл стопы, затем делают тур вокруг стопы, поднимаясь вверх на голень по тылу, пересекают второй ход. Такими восьмиобразными ходами прикрывают весь тыл стопы.

**Черепашья повязка колена.** В области коленного сустава расходящаяся черепашья повязка начинается с кругового хода через наиболее выступающую часть колена, затем идут подобные же туры ниже и выше предыдущего. В разогнутом же положении ноги накладывают повязку по типу восьмиобразной, делая круговые обороты выше и ниже



коленного сустава и косые с перекрестом в подколенной ямке. На область голени повязка накладывается по типу обычной спиральной с перегибом.

**Повязка на область бедра.** Пользуются обычно спиральной повязкой с перегибами, укрепляя ее сверху к тазу ходами колосовидной повязки. Повязка на всю нижнюю конечность состоит в комбинации описанных выше повязок.

**Працевидная повязка** делается из полоски материи или куска бинта, оба конца которого подрезаны в продольном направлении (надрезы не доходят до середины). Эту повязку рекомендуют накладывать на лицо, особенно на нос и подбородок. Неразрезанную часть бинта кладут поперек лица, закрывая нос, в области скуловых дуг концы перекрещиваются, причем нижние концы идут выше ушей, а верхние — ниже, верхние концы завязывают сзади — на затылке, нижние — на шее. Наложение подобной повязки рекомендуют на нос, подбородок, на затылок, темя.

**Т-образная повязка** состоит из полоски материи (бинта), к середине которой пришит (или перекинут через нее) конец другой полоски. Удобнее всего применять эту повязку на промежность: горизонтальная часть повязки идет вокруг талии в виде пояса, вертикальные полосы — от пояса через промежность и прикрепляются к нему с другой стороны туловища.

**Косыночные повязки.** Косынка — это треугольный кусок материи или платок, сложенный углом. Наиболее длинная сторона его называется основанием, угол, лежащий против нее, — верхушкой, другие два угла — концами.

Применяется косынка чаще всего для подвешивания руки. Повязка косыночная имеет широкое употребление и ею пользуются при заболеваниях и повреждениях кисти, предплечья и плеча, при переломах ключицы. При оказании экстренной помощи косынка может служить для наложения повязки на любую часть тела: голову, предплечье, подмышечную впадину, грудную железу, область колена, ягодицы, голени, стопы.

При перевязке косынкой головы основание её кладут на область затылка, верхушка опускается на лицо, концы завязывают на середине лба, а верхушку загибают через завязанные концы на темя и там укрепляют булавкой.

При повязке на всю кисть основание косынки идет в области лучезапястного сустава, верхушку перебрасывают через пальцы на тыл кисти, концы несколько раз обертывают вокруг запястья и здесь завязывают.

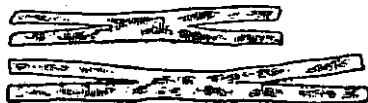
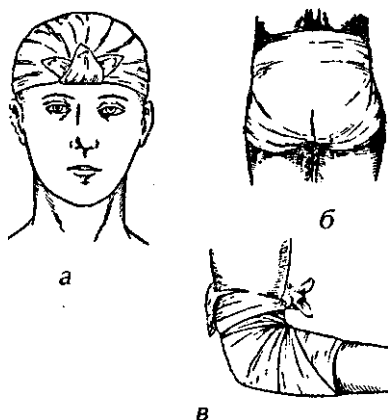


Рис. 17. Пращевидные повязки



*Рис. 18. Косыночные повязки на голову (а), ягодичную область (б), область локтевого сустава (в)*

Чтобы закрыть стопу, ногу ставят на середину косынки, верхушку перекидывают через пальцы на тыл стопы кверху, концы косынки перекрещивают и укрепляют в области лодыжек.

При перевязке области локтя косынку кладут серединой в область локтя, вершина ее смотрит вверх, основание лежит на предплечьи, концы перекрещиваются в области сгиба и укрепляются вокруг нижней части плеча.

При перевязке таза или обеих ягодичных областей основание косынки идет вокруг талии, концы завязывают на животе и к ним прикрепляют проведенную между ногами верхушку.

**Пластырные повязки.** Их преимущество в том, что перевязочный материал на небольшой ране может быть удержан полосками липкого пластыря, который после нагревания плотно пристает к окружающей здоровой коже. Эта повязка применяется при сближении краев раны, для закрепления на ране маевой повязки.

Недостатки повязки: раздражение кожи под пластырем, особенно при частых сменах, невозможность применить ее на волосистых частях тела, отмокание и отставание повязки при смачивании отделяемым раны.

**5.2. КРАТКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
КРОВОТЕЧЕНИЙ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ  
ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ**

Кровотечение — это излияние крови из разрушенного кровеносного сосуда.

***Виды кровотечений***

Кровотечения бывают различной силы, которая зависит в основном от вида и калибра поврежденного кровеносного сосуда. Здесь мы будем говорить в основном о сосудах большого круга кровообращения. В зависимости от вида поврежденного сосуда различают артериальное, венозное, капиллярное и паренхиматозное кровотечения.

Наиболее опасно **артериальное** кровотечение, т. е. кровотечение из поврежденной артерии. Опасность этого кровотечения и его характер объясняются тем, что в артерии кровь под большим давлением выбрасывается непосредственно из сердца, чем обуславливаются ее пульсация и высокое артериальное давление. Изливающаяся при этом кровь ярко-красного цвета выбрасывается в основном из центрального отрезка артерии сильной пульсирующей струей.

Артериальное кровотечение обычно очень интенсивное, и кровопотеря в короткое время бывает большой. При повреждении крупных артерий в течение нескольких минут может произойти кровопотеря, несовместимая с жизнью. Поэтому для временной остановки сильного артериального кровотечения приходится прибегать к круговому сжатию конечности жгутом (закруткой).

Венозное кровотечение возникает при повреждении вен. Давление в венах значительно меньше, чем в артериях, поэтому кровь вытекает медленней, равномерной и непрерывной струей. Кровь темно-вишневого цвета вытекает плавной струей из периферического отрезка вен. Венозное кровотечение менее интенсивно, чем артериальное, и поэтому реже носит угрожающий характер. Для временной остановки венозного кровотечения, как правило, достаточно наложения давящей повязки на рану. Однако при ранении вен шеи и грудной клетки имеется другая смертельная опасность. В венах шеи и грудной клетки в момент вдоха возникает отрицательное давление, и поэтому при ранении в их просвет может поступить воздух. Пузырьки воздуха, проникнув с током крови в сердце и далее в легочную артерию, могут вызвать ее закупорку (воздушную эмболию) и стать причиной тяжелого осложнения или моментальной смерти.

При повреждении мельчайших кровеносных сосудов-капилляров возникает капиллярное кровотечение. Такое кровотечение наблюдается при неглубоких ранениях, ссадинах. При нормальной свертываемости крови капиллярное кровотечение может

прекратиться самостоятельно. Для его остановки достаточно обычная повязка,

Паренхиматозные внутренние органы (печень, селезенка, почки и др.) имеют очень развитую сеть всех видов сосудов. При повреждении этих органов возникает обильное кровотечение, называемое паренхиматозным. Так как сосуды заключены в ткань органа и при ранении не могут спадаться, самостоятельная остановка кровотечения почти никогда не происходит.

Нужно подчеркнуть, что опасность кровотечения из паренхиматозных органов брюшной полости — в их закрытом характере и длительности.

Взрослый человек может совсем не ощущать потери 300—400 мл крови, и в то же время эта кровопотеря для ребенка будет смертельной. Одномоментная потеря половины крови для взрослого (2—2,5 л) является смертельной, а потеря 1/3 ее (1—1,5 л) очень опасна и проявляется развитием тяжелой картины острого *малокровия*, выражающейся резким нарушением кровообращения и развитием тяжелого кислородного голодания. Подобное тяжелое состояние может развиваться и при меньшей кровопотере, но происшедшей *очень быстро*. О тяжести состояния больного можно судить не только по количеству излившейся крови, но и по уровню артериального давления.

Симптомы острого малокровия очень характерны и не зависят от того, имеется ли у больного наружное или внутреннее кровотечение. Пострадавший жалуется на нарастающую слабость, головкружение, шум в ушах, потемнение и мелькание

мушек в глазах, жажду, тошноту, рвоту. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки становятся бледными, черты лица заостряются. Пострадавший заторможен, иногда, наоборот, возбужден, дыхание частое, пульс слабого наполнения, иногда совсем не определяется, артериальное давление низкое. В результате потери крови у больных может наблюдаться потеря сознания, обусловленная обескровливанием мозга, исчезает пульс, не определяется давление, появляются судороги, непроизвольное отделение мочи и кала. Если экстренно не принять соответствующие меры, наступает смерть.

В зависимости от тяжести кровотечения в описанной выше картине острого малокровия можно выделить два синдрома, которые наблюдаются не только при кровопотере, но и при некоторых других состояниях. Речь идет об *обмороке* и *коллапсе*.

**Обморок.** Это внезапно наступившая кратковременная потеря сознания, вызванная острой недостаточностью кровоснабжения головного мозга. Поскольку дело касается кровопотери, обморок может быть относительно ранним ее проявлением. Но, как уже сказано, обморок не является специфическим симптомокомплексом только острого малокровия, он может наблюдаться и при других состояниях, когда имеет место сильный спазм мозговых сосудов (резкая боль, сильное психическое потрясение и т. д.).

Картина обморока довольно характерна. Больной чувствует внезапно наступившее головокружение, потемнение в глазах, тошноту, слабость; затем он теряет сознание. Больной бледен, пульс частый, слабый, иногда нитевидный, дыхание поверхност-

ное. Бессознательное состояние может длиться от нескольких секунд до нескольких минут. Постепенно сознание возвращается, окраска кожи становится нормальной, пульс и дыхание приходят к норме.

Первая медицинская помощь таким больным заключается в следующем. Больной укладывается в положение со слегка опущенной головой и приподнятыми ногами (чем достигается прилив крови к голове). В одежде устраняется все, что мешает свободному дыханию (расстегивается воротничок рубашки, ослабляется пояс и т. д.). Обеспечивается доступ свежего воздуха, дается кислород. Дают вдыхать (с ватки) нашатырный спирт.

В простых случаях эти мероприятия оказываются эффективными. Понятно, что при остром кровотечении главным условием выведения из обморочного состояния является остановка кровотечения.

Коллапс. Это состояние острой сосудистой недостаточности, при которой резко *падает тонус сосудистых стенок* (паралич сосудов), расширяется сосудистое русло, и как следствие всего этого — катастрофически падает артериальное давление.

Коллапс более грозный синдром, чем обморок, и развивается он в более поздних, чем обморок, стадиях острой кровопотери, когда из-за резкого уменьшения массы циркулирующей крови организм не в состоянии удержать на достаточном уровне артериальное давление и обеспечивать нормальное кровообращение. Коллапс также не является специфическим симптомокомплексом только острой кровопотери. Он может развиваться также при инфекционных заболеваниях, интоксикациях, отравлении



ях, при критическом падении высокой температуры тела.

Наиболее выразительным симптомом коллапса является резкое снижение артериального давления — до 70—60 мм ртутного столба (максимальное давление). Пострадавший в прострации. Он бледен, губы сйнюшны. Кожа покрыта липким потом, конечности холодные. Температура тела снижена, пульс частый, малый, мягкий, едва определяется. Вены в спавшемся состоянии. Дыхание частое, поверхностное. Сознание сохранено, но временами может наблюдаться обморочное состояние.

Первая медицинская помощь при коллапсе включает все мероприятия, которые применяются при обмороке. Дальнейшие лечебные мероприятия должны быть направлены прежде всего на остановку кровотечения, на восполнение недостающей крови и жидкости в кровяном русле, которые проводятся в медицинском учреждении.

### ***Временная остановка кровотечения***

В порядке оказания первой помощи пострадавшим производится временная остановка кровотечения, осуществляемая следующими способами:

- 1) придание поврежденной части тела приподнятого положения по отношению к туловищу;
- 2) прижатие кровоточащего сосуда в месте ранения с помощью давящей повязки;
- 3) пальцевое прижатие артерии на протяжении;
- 4) фиксирование конечности в положении максимального сгибания или разгибания;

5) круговое сдавливание конечности жгутом.

Возвышенное положение раненой конечности по отношению к уровню тела значительно уменьшает приток крови к ране, снижает давление в сосудах и создает лучшие условия для образования сгустка крови в ране.

Давящая повязка сдавливает сосуды на месте их повреждения, т. е. в ране. Она может быть надежным методом временной остановки капиллярного и венозного кровотечения, а также кровотечения из мелких артерий. Поверх раны накладывают несколько слоев асептической марли, тугой комок ваты и туго бинтуют. При этом сдавленные повязкой вены и капилляры быстро тромбируются и таким образом для венозного и капиллярного кровотечения этот метод временной остановки в ряде случаев становится окончательным.

Распространенным способом экстренной остановки кровотечения является способ **прижатия артерий на протяжении**. Этот способ основан на том, что ряд артерий легко доступен для пальпации и может быть полностью перекрыт прижатием их к подлежащим костным образованиям. Места, наиболее доступные для прижатия крупных артерий, показаны на рисунке. Длительная остановка кровотечения пальцевым прижатием артерии невозможна, так как это требует большой физической силы, утомительно для оказывающего помощь и практически исключает возможность транспортировки. Однако этот способ незаменим для экстренной приостановки кровопотери, так как обеспечивает быструю остановку кровотечения, не нарушая

в то же время асептику раны, и позволяет приготовить все необходимое для более надежной остановки кровотечения (жгут, закрутка и т. д.). Прижать артерию можно большим пальцем, несколькими другими пальцами, кулаком. Особенно легко могут быть прижаты бедренная и плечевая артерии, труднее прижать сонную, подключичную.

Остановку кровотечения фиксацией конечности в положении крайнего сгибания или разгибания применяют во время транспортировки больного в стационар. При ранении подключичной артерии остановить кровотечение удастся, если согнуть в локтях руки, максимально отвести назад и прочно фиксировать между собой на уровне локтевых суставов. Подколенную артерию можно пережать при фиксировании ноги с максимальным сгибанием в коленном суставе. Бедренная артерия может быть прижата максимальным сгибанием бедра к животу. Плечевую артерию в области локтевого сустава удастся перекрыть максимальным сгибанием руки в локтевом суставе. Во всех этих случаях в соответствующий сгиб предварительно помещается ватно-марлевый валик.

Надежно останавливает кровотечение из артерий тугое перетягивание конечности, обеспечивающее перехват всех сосудов выше места ранения. Наиболее просто это производится с помощью жгута.

На верхней конечности для наложения жгута наиболее удобным местом является верхняя треть плеча, на нижнем — средняя треть бедра, Однако в ряде случаев приходится накладывать жгут и на другие места, но всегда выше раны.

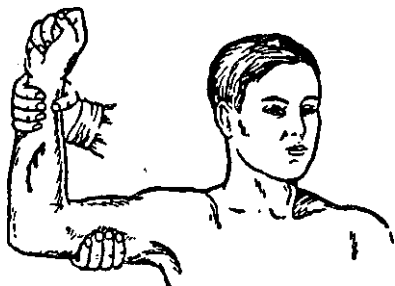


Рис. 19. Пальцевое прижатие артерии при кровотечении из раны предплечья и плеча



Рис. 20. Прижатие артерии при кровотечении из раны на бедре кулаком

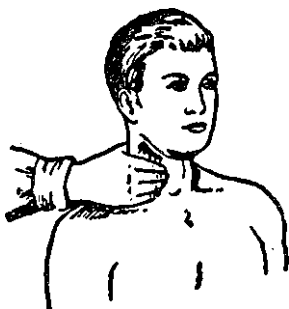


Рис. 21. Пальцевое прижатие артерии при кровотечении из раны шеи

Учитывая отрицательное влияние жгута на нижележащие участки конечности, жгут накладывают как можно ближе к ране. Накладывается жгут при артериальном кровотечении выше места ранения. Наложение жгута показано лишь при сильном артериальном кровотечении из артерии конечности,

во всех остальных случаях применять этот способ не следует. Противопоказаниями к наложению жгута являются воспалительные процессы на месте наложения жгута, тромбофлебит и другие заболевания сосудов.

С целью остановки кровотечения было предложено большое количество различных модификаций

жгута, а именно: жгут из резиновой трубки или полоски, матерчатый жгут, жгут-закрутка, резиновый бинт и др.; однако наибольшее распространение нашел эластический жгут Эсмарха (введен в 1873 году). Он представляет собой крепкую резиновую трубку (или полоску) длиной до 1,5 м, на одном конце которого укреплена металлическая цепочка, на другом — крючок.

Не следует забывать, что жгут-закрутку можно сделать, используя любой подручный материал (бинт, веревка, платок, галстук и др.).

**Техника наложения жгута.** Для предупреждения ущемления кожи под жгут подкладывают полотенце, одежду раненого и т. д. Конечность несколько приподнимают вверх, жгут подводят под конечность, растягивают и обертывают его вокруг конечности до прекращения кровотечения. Наибо-

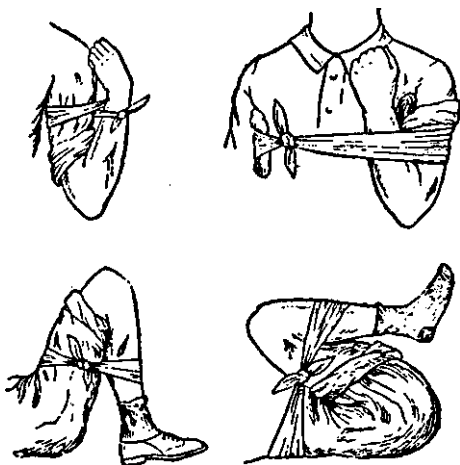


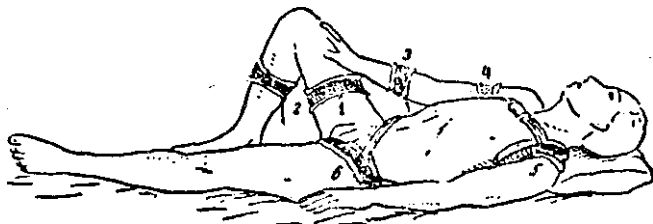
Рис. 22. Остановка кровотечения путем максимального сгибания конечности

лее тугим должен быть первый тур, второй накладывают с меньшим натяжением, а остальные с минимальным. Концы жгута фиксируют с помощью цепочки и крючка поверх всех витков. Ткани должны стягиваться лишь до остановки кровотечения.

При правильном наложении жгута артериальное кровотечение немедленно прекращается, конечность бледнеет (восковая бледность), пульсация сосудов ниже наложенного жгута прекращается. Чрезмерное затягивание жгута может вызвать разможнение мягких тканей (мышц, нервов, сосудов) и стать причиной развития параличей конечностей. Слабо затянутый жгут кровотечение не останавливает, наоборот, создает венозный стаз (конечность не бледнеет, а приобретает синюшную окраску) и усиливает венозное кровотечение, после наложения жгута конечности следует придать возвышенное положение, в ряде случаев целесообразно провести иммобилизацию конечности.

Жгут из подручных средств называется закруткой. Примененный для закрутки предмет свободно завязывают на нужном уровне. В образовавшуюся петлю проводят палку, дощечку и, вращая ее, закручивают петлю до полной остановки кровотечения, после чего палку фиксируют к конечности. Наложение закрутки — довольно болезненная процедура, поэтому под закрутку, особенно под узел, необходимо что-либо подложить.

Как уже говорилось, жгут (закрутка) является хорошим способом быстрой и надежной остановки кровотечения. Он прост и доступен почти в любой обстановке и позволяет транспортировать раненого с кровотечением на большие расстояния.



*Рис. 23.* Места наложения кровоостанавливающего жгута

Вместе с тем жгут, при неправильном применении, таит в себе и много серьезных опасностей.

Главные его опасности состоят в следующем. При слишком тугом затягивании жгут может раздавливать ткани, в том числе нервные стволы, что повлечет за собой параличи и парезы конечностей. При слишком длительном нахождении на конечности, препятствуя проникновению крови в периферическую часть ее, жгут может способствовать развитию в ней инфекции; в холодное время — развитию отмораживания, и в конечном счете он может вызвать омертвление тканей ниже перетяжки. Кроме того, жгут вызывает значительную болезненность, а при быстром снятии его можно получить значительную интоксикацию вследствие массивного поступления токсинов из обескровленной части конечности (так называемый «турникетный шок»).

Для предупреждения или снижения этих опасностей необходимо выполнять определенные правила:

— жгут (закрутка) должен применяться лишь при сильном артериальном кровотечении, которое нельзя остановить другими способами;

— жгут следует накладывать по возможности ближе к ране, чтобы ниже его оставалась как можно меньшая часть конечности;

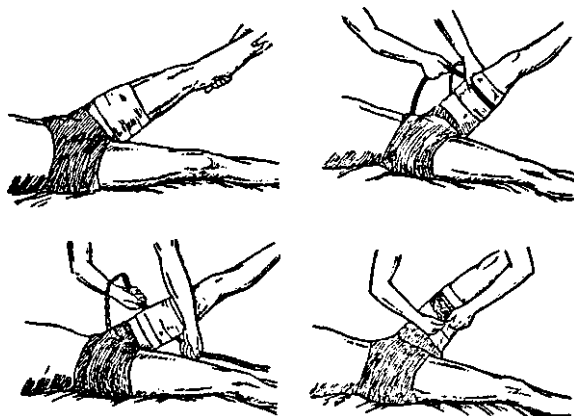


Рис. 24. Этапы наложения резинового жгута

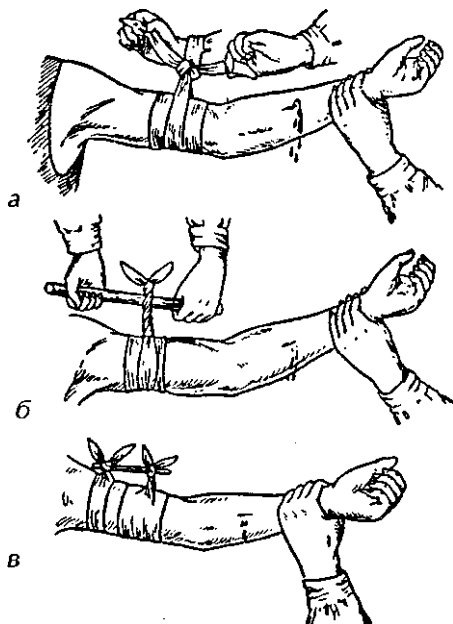
— затягивать жгут следует лишь до прекращения кровотечения (до прекращения пульса к периферии от жгута);

— время нахождения жгута должно быть строго ограничено: летом — до 1,5–2 часов, зимой — до 1–1,5 часов, у детей — до 1 часа, в течение этого времени должны быть приняты все меры к тому, чтобы доставить раненого в медицинское учреждение для окончательной остановки кровотечения;

— летом, через каждый час, а зимой через полчаса, предварительно пережав артерию пальцами выше ранения, необходимо ослабить жгут на несколько минут и наложить его вновь несколько выше или ниже, чем он был раньше;

— категорически запрещается закрывать жгут повязкой, косынкой, одеждой и т. д. Жгут должен лежать так, чтобы он бросался в глаза. К жгуту или к одежде пострадавшего должен быть прикреп-





*Рис. 25. Остановка артериального кровотечения закруткой.*

- а — завязывание узла,*
- б — закручивание палочки,*
- в — закрепление палочки*

лен кусочек косынки с указанием даты, часа и минуты наложения жгута. В крайнем случае эти данные могут быть нанесены чернильным карандашом на кожу пострадавшего.

### **5.3. КРАТКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕЛОМОВ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ**

Переломы костей — это сложные и тяжелые повреждения, когда происходит частичное или полное нарушение целостности костей, вызванное быстродействующим насилием. Практически всегда при переломах костей повреждаются и близлежащие мягкие ткани — надкостница, мышцы, нервные

стволы, кровеносные сосуды. Это и относит переломы костей к наиболее тяжелым травмам.

### ***Осложнения и признаки переломов***

1. **Боль.** Боль появляется в момент перелома кости, может продолжаться различные сроки и быть разной интенсивности. Боли бывают интенсивными при травмировании тканей и нервных стволов костными осколками, при развитии больших гематом они усиливаются во время движения и уменьшаются при покое.

При осторожном ощупывании отмечается сильная боль, локализирующаяся по линии перелома. Этот признак нередко облегчает диагноз при отсутствии других симптомов перелома и трещинах кости. Например, он очень важен при переломах костей, глубоко укрытых мягкими тканями и не дающих большого смещения отломков в связи с удержанием их в нормальном положении соседней неповрежденной костью (трещины и переломы ребер, малоберцовой кости и др.).

2. **Деформация места перелома.** Смещение костных отломков при переломе влечет за собой деформацию места перелома, которая легче выявляется при сравнительном осмотре поврежденной и здоровой конечности. Обычно отмечается искривление, утолщение, изменение формы поврежденной области. Деформации при разных локализациях переломов различны, они в значительной степени определяются характером смещения костных отломков.

3. **Нарушение функции.** Этот симптом в различной степени отмечается при всех переломах. При

некоторых из них (например, вколоченные переломы) он слабо выражен, а при переломах костей конечностей со смещением — обычно настолько резко, что попытки к движению конечности вызывает резкие боли и появление ненормальной подвижности.

**4. Ненормальная подвижность.** Появление подвижности на протяжении кости является характерным признаком перелома. Этот симптом бывает слабо выражен при переломе плоских и коротких костей и наоборот, хорошо заметен при переломе длинных трубчатых костей. При вколоченных переломах он не отмечается.

**5. Укорочение конечности.** Смещение костных отломков при переломе развивающееся в результате тяги спастически сокращающихся мышц, приводит к укорочению конечности, которое определяется сравнительным измерением здоровой и пострадавшей конечности.

**6. Костный хруст (крепитация).** Проявляется при смещении костных отломков по отношению друг к другу. Выявляется обычно при пальпации, перекладывании пострадавшего, при попытках к движению, при наложении повязки, шинировании.

Диагноз перелома в типичных случаях, т.е. при наличии всех перечисленных симптомов, бывает прост, однако у ряда больных при отсутствии некоторых симптомов он может представлять значительную трудность.

### ***Первая медицинская помощь при переломах***

Первая помощь при переломах является началом их лечения, так как предупреждает такие осложне-

ния, как шок, кровотечение, инфекцию. Если у пострадавшего имеются явления травматического шока, необходимо срочно предпринять первичные противошоковые мероприятия (см. ниже), а затем уже наложить повязку. Если же у пострадавшего при открытом переломе имеется артериальное кровотечение, следует наложить кровоостанавливающий жгут.

Самое важное при оказании первой помощи при переломах заключается в своевременной и правильной иммобилизации пострадавшей конечности.

Иммобилизация, т. е. создание полного покоя и неподвижности поврежденной конечности или других частей тела, имеет следующие цели:

- ослабление болевых ощущений пострадавшего и тем самым уменьшение вероятности развития травматического шока;

- уменьшение опасности возникновения и развития раневой инфекции при открытых переломах, так как создаваемый иммобилизацией покой раны повышает сопротивляемость организма и тканей к возбудителям инфекции, попавшим в рану;

- уменьшение опасности возникновения дополнительных повреждений мягких тканей и внутренних органов;

- создание благоприятных условий для сращения переломов. Опыт показывает, что замедленное сращение переломов чаще всего объясняется неудовлетворительной или плохой иммобилизацией.

Транспортная иммобилизация осуществляется при помощи шин. Транспортными шинами называются приспособления, применяемые для создания неподвижности (иммобилизации) и покоя поврежденной или больной части тела. На время транспортировки шина является составной частью шин-

ной повязки, которая состоит из самой шины, подкладываемого под шину материала и фиксирующей шину повязки. Наложение шинной повязки называется шинизацией.

Шины изготавливаются из твердого материала, прочного и эластичного. Хотя транспортная иммобилизация обеспечивает лишь временную иммобилизацию, однако она имеет большое значение непосредственно для жизни пострадавшего, а также и для дальнейшего лечения повреждения. В качестве подстилочного материала обычно используются серая вата или ватно-марлевые подушечки. В качестве подручного материала можно использовать чистую ветошь, мох, лен, траву и т. д.

Прибинтовать шину (фиксировать) можно марлевыми бинтами. При необходимости можно использовать косынки, ремни, полотенца.

При наличии могут использоваться стандартные лестничные шины Крамера, сетчатые шины Эсмарха, деревянная шина Дитерихса, современные пластмассовые, резиновые надувные шины и т. д.

Чаще всего в очагах бедствий при оказании первой помощи изготавливаются шины из подручного материала — доски, палки, лопаты, ветви деревьев, прутья, фанера, картон и т. д.

### **Основные правила иммобилизации**

1. Обязательное обеспечение неподвижности по крайней мере в двух соседних суставах (выше и ниже места перелома).

2. Подготовка шин — моделирование и мягкая подкладка, а несгибающиеся шины подогнать по длине конечности.

3. Конечности придают физиологическое положение, чем достигается наилучшее состояние отломков кости, мышцы-антагонисты при этом находятся в состоянии расслабления.

Наложение сетчатой шины для иммобилизации кисти и лучезапястного сустава. Сетчатую шину изгибают в форме желоба, который должен идти от локтя до кончиков пальцев; кисть — в состоянии легкого тыльного сгибания, а пальцы полусогнуты и разведены, большой палец противопоставлен остальным пальцам. Ладонь должна быть обращена к животу. На шину накладывается ватная подкладка, фиксация пальцев лучше всего производится на ватном или ватно-марлевом валике. При этом здоровые пальцы не забинтованы; шина укрепляется бинтом, рука подвешивается на косынку или бинт.

Наложение лестничной шины для иммобилизации перелома костей предплечья. Шина изгибается по форме конечности, обкладывается ватой, которая закрепляется бинтом. Накладывается она на наружной стороне конечности от средней трети плеча до кончиков пальцев, в обычном средне-физиологическом положении.

Иммобилизацию можно осуществлять при помощи фанерных и импровизированных шин, придерживаясь указанного принципа. При переломе же одной из костей предплечья другая кость отчасти играет роль шины до локтевого сустава. Если же имеется перелом обеих костей предплечья, необходимо, чтобы шины доходили до середины плеча.

При использовании импровизированных шин (например, дощечек) они связываются под прямым углом, чтобы одна из них заходила на плечо.

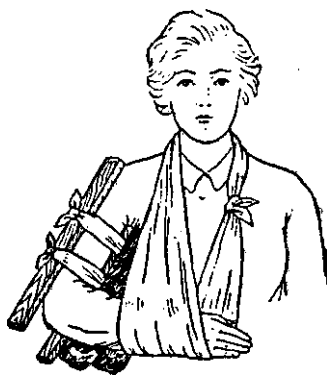
При переломе плечевой кости пользуются большой лестничной шиной. Шина накладывается в этом случае при слегка отведенном плече с согнутой под прямым углом в локтевом суставе конечностью. Шина должна идти от надплечья здоровой стороны, пройти по задней наружной поверхности поврежденного плеча, затем вокруг согнутого локтевого сустава и по предплечью до основания пальцев.

Нужно запомнить, что моделирование (подгонка) шины обязательна и может производиться на неподвижной конечности. Импровизированную шину накладывают из двух дощечек, связанных под прямым углом соответственно локтевому суставу, она идет от плечевого сустава до основания пальцев. Если шины нет, то можно согнутую в локтевом суставе конечность прибинтовать к грудной клетке.

При переломах позвоночника в шейном отделе приходится прибегать к фиксации головы шинами.



*Рис. 26.* Иммобилизация перелома предплечья



*Рис. 27.* Иммобилизация перелома плеча с использованием подручных материалов

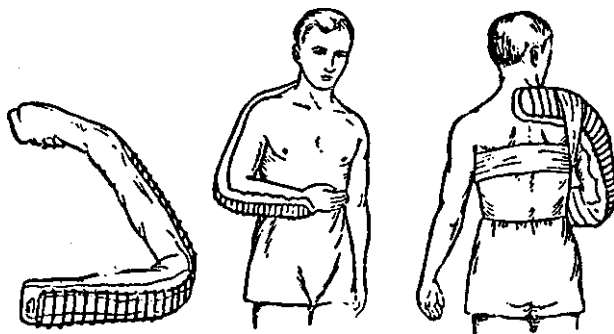


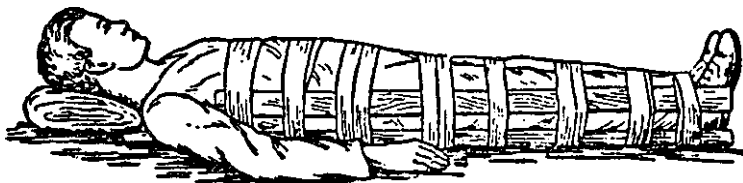
Рис. 28. Шинирование при переломе плеча

Для этого берут две лестничные шины. Одну из них изгибают в виде греческой буквы «омега» — она должна быть наложена серединой на темя, изгибаясь по контурам боковых поверхностей головы, шеи и надплечий. Другая шина, изгибаясь, идет по форме головы, начиная ото лба, далее по темени, затылку, задней поверхности шеи и вдоль позвоночника с соответствующими изгибами и «козырьком» у лба. Надлежит запомнить, что шины прибинтовывают в лежачем положении раненого.

При отсутствии стандартных шин можно достигнуть иммобилизации головы наложением массивной ватно-марлевой повязки вокруг шеи с опорой на плечи.

**При переломах костей голени** шина должна идти от средней трети бедра и обеспечивать неподвижность в коленном и голеностопном суставах. Для иммобилизации голени лестничными шинами одну большую шину накладывают по задней поверхности от средней трети бедра до кончиков пальцев, изгибая ее по форме конечности, причем стопа долж-





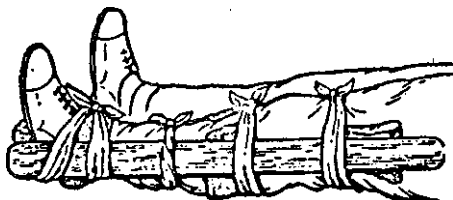
*Рис. 29. Иммобилизация перелома бедра при помощи досок*

на находиться под прямым углом к оси конечности. В области пятки делается изгиб выпуклостью книзу, чтобы не было давления шины на эту область. Затем накладываются боковые шины, концы которых в области стопы изгибают под прямым углом в виде стремени и накладывают их снаружи от задней шины.

Как всегда, шины предварительно обеспечивают мягкими подкладками и затем фиксируют к конечности бинтами.

При иммобилизации голени фанерными шинами и подручными средствами (дощечки и др.) шины накладывают обычно на боковые стороны голени (от середины бедра до стопы), причем, кроме фиксации шин, надо тугой восьмиобразной повязкой фиксировать стопу под прямым углом к голени.

При отсутствии всяких шин и подручных материалов можно прибинтовывать поврежденную го-



*Рис. 30. Иммобилизация перелома голени*

лень к здоровой, при этом фиксирующие бинты (лямка, полотенце и др.) следует наложить выше и ниже места перелома. Кроме того, целесообразны фиксация нижней трети бедра вокруг коленного сустава, а также фиксация стопы восьмиобразной, повязкой на голеностопный сустав через подошву.

Для иммобилизации стопы и голеностопного сустава используются лестничные шины или подручные средства. Стопа должна всегда фиксироваться под прямым углом к голени. Шина при этом накладывается от верхней трети голени. Задняя лестничная шина накладывается до кончиков пальцев, а боковая, изогнутая в виде буквы «П», идет по боковым поверхностям голени и через подошву стопы, снаружи от задней шины.

В качестве боковых шин могут быть использованы короткие фанерные шины. При использовании подручных средств для иммобилизации стопы и голеностопного сустава шины накладывают таким же образом, как и лестничные шины.

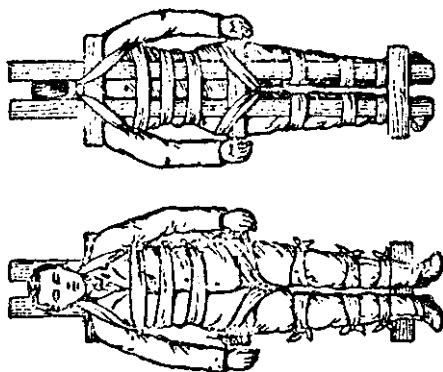


Рис. 31. Иммобилизация позвоночника с помощью досок

**При переломах бедра** и повреждениях тазобедренного и коленного сустава иммобилизацию осуществляют при помощи шины русского хирурга Дитерихса. Она является наиболее удобной для этих целей, поэтому широко распространена у нас в стране.

При иммобилизации ноги с помощью лестничных шин и подручных средств в случае перелома бедра и повреждений тазобедренного сустава шины должны быть наложены: одна — по наружной поверхности туловища и нижней конечности от подмышечной впадины до подошвы стопы, а другая — по внутренней поверхности нижней конечности от промежности до подошвы стопы. И в этом случае особенно показано наложение третьей, задней, шины — от ягодичной складки до стопы.

При отсутствии всяких шин и подручного материала для них можно прибинтовывать поврежденную нижнюю конечность (при переломе бедра) к здоровой, пользуясь теми же приемами, что и при повреждении голени.

#### **5.4. КРАТКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЖОГОВ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОЖОГАХ**

Ожоги — это повреждения, вызванные действием высокой температуры (пламя, горячий пар, кипяток) или едких химических веществ (кислоты, щелочи).

Современные экстремальные ситуации очень часто сопровождаются возникновением у пострадавших ожогов различной степени.

## **Степени ожогов**

Различают 4 степени ожога (в зависимости от глубины поражения тканей):

— I степень характеризуется гиперемией (покраснением) кожи, отечностью и ощущением боли. Под действием высокой температуры происходит расширение капилляров и образование отека;

— II степень сопровождается гиперемией, отеком, образованием пузырей, наполненных прозрачной желтоватого цвета жидкостью. Серозный выпот, скапливаясь, отслаивает эпидермис, что обуславливает образование пузырей, величина которых может быть самая различная;

— III степень сопровождается омертвлением кожи с образованием струпа, который возникает в результате свертывания белков тканей.

Ожоги III степени делятся на ожоги степени IIIА, при которых омертвление захватывает только поверхностный слой кожи, часть росткового слоя эпидермиса остается, и IIIБ, при которых омертвевает вся толща кожи вместе с ростковым слоем эпидермиса.

— IV степень — сопровождается обугливанием кожи и глуболежащих тканей (мышц, сухожилий, вплоть до кости).

Обычно у пораженных сочетаются ожоги различных степеней. Ожоги лица могут сопровождаться ожогами глаз, возможны ожоги верхних дыхательных путей.

Тяжесть ожога зависит не только от глубины поражения тканей, но и от величины площади ожога. Чем больше площадь ожога, тем тяжелее его течение.

При воспламенении одежды стараются ее сбросить, сбить пламя водой, землей или прижать горящую ткань к земле, погрузить горящие участки в воду. Приставшую к поверхности ожога одежду — не снимать, а рану по возможности закрыть асептической или специальной противоожоговой повязкой.

Очень опасно попадание сгустков горячего вещества на кожу и одежду.

При больших ожогах конечностей накладываются транспортные шины.

При обширных ожогах туловища необходимо завернуть пострадавшего в стерильную простыню или наложить противоожоговую повязку.

Помощь нужно оказывать очень осторожно, чтобы не усиливать болевых ощущений.

Дать болеутоляющие средства, горячее питье. При наличии благоприятной обстановки и возможностей, медицинская помощь должна оказываться как можно быстрее.

#### **5.5. ЭЛЕКТРОТРАВМА И ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЭЛЕКТРОТРАВМАХ**

Электротравма чаще всего возникает при соприкосновении пострадавших с незаземленными электрическими проводами.

Объем первой помощи зависит от степени поражения и заключается в следующих мероприятиях: разомкнуть цепь (выключить рубильник или выключатель); отделить токоведущую часть от пострадавшего (выдернуть из рук человека, оттащить пострадавшего от источника тока). При этом нельзя брать голыми руками за токоведущую часть и за

пострадавшего. Необходимо пользоваться предметами, не проводящими электрический ток (сухая палка, одежда, канат, веревка, сухая тряпка, фуражка, кожаные и резиновые перчатки, бумага и т. д.). Для изоляции от земли нужно встать на сухую доску, резину (коврик резиновый, шина и т. д.). Можно перерубить или перерезать токоведущие провода топором с сухой деревянной рукояткой и специальными кусачками (с изолированными ручками). Каждую фазу провода нужно рубить отдельно (чтобы не было короткого замыкания). Можно встать на какую-нибудь изолированную прокладку (резиновый коврик, доска).

Если пострадавший находится на высоте, необходимо его снять оттуда (размыкание цепи для освобождения пострадавшего от тока может привести к падению его с высоты).

На месте ожога следует наложить асептическую повязку, если общее состояние пострадавшего не требует других неотложных мер, и направить к врачу.

Действие тока на организм зависит от его силы, напряжения, сопротивления, а также от исходного состояния нервной системы пострадавшего. Люди, перенесшие электротравму, на долгое время могут терять трудоспособность.

Резкий спазм мышц при прохождении электрического тока может привести к переломам костей, вывихам, сдавлению позвонков.

Во время действия электрического тока у пострадавших нередко наступает нарушение дыхания и сердечной деятельности, нарушения могут быть настолько глубокими, что наступают остановка сердца и

дыхания — клиническая смерть. Если такому пострадавшему в течение 6—8 минут не оказать помощь по восстановлению кровообращения и дыхания, то у него наступает биологическая смерть.

**Первая помощь при клинической смерти** заключается в немедленном (на месте происшествия) проведении искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

При обучении искусственному дыханию надо вспомнить анатомию и физиологию органов дыхания.

Дыхание — физиологический процесс, при котором происходит обмен газов между организмом и внешней средой. При этом организм получает кислород, необходимый всем его клеткам и тканям, и выделяет углекислоту, накопившуюся в результате их жизнедеятельности.

К органам дыхания относятся воздухоносные пути (полость носа, гортань, трахея, бронхи) и легкие. Вдыхаемый через нос или рот воздух через гортань, трахею, а затем бронхи поступает в легкие. Бронх в легком разветвляется на ветви все более и более мелкого калибра. Мельчайшие конечные веточки бронха заканчиваются пузырьками-альвеолами. Через тонкую стенку альвеол и происходит газообмен; в кровь поступает кислород, в альвеолы из крови выделяется углекислый газ. Таким образом, выдыхаемый воздух содержит углекислого газа больше, а кислорода меньше, чем воздух, поступающий в легкие при вдохе: во вдыхаемом воздухе кислорода 20,94%, а углекислого газа 0,03%, в выдыхаемом — соответственно 16,3 и 4%.

Процесс дыхания состоит из ритмично повторяющихся вдохов и выдохов. При вдохе благодаря сокращению определенных мышц (межреберные мышцы, диафрагма) грудная клетка расширяется, воздух заполняет бронхи и альвеолы, вследствие чего расширяются и легкие. Вслед за этим мышцы расслабляются, грудная клетка спадается, сжимая легкие и вытесняя из них воздух — происходит выдох. Частота дыхания у здорового взрослого человека **16—18** в минуту.

Каждое легкое лежит в изолированной полости, выстланной оболочкой — плеврой. В плевральной полости нет воздуха и давление в ней отрицательное. При травме грудной клетки и повреждении плевры в плевральную полость поступает воздух — легкое спадается и теряет способность участвовать в дыхании.

Приступая к проведению искусственного дыхания, предварительно по возможности необходимо обеспечить приток к пострадавшему свежего воздуха — расстегнуть ему воротник, ремень, пояс и другие стесняющие дыхание части одежды.

Указательным пальцем, обернутым платком или куском марли, очищают рот пострадавшего от слизи, песка и пр. Наиболее простым и в то же время самым эффективным является **искусственное дыхание по способу «изо рта в рот»**. Голову пострадавшего максимально запрокидывают назад. Чтобы удержать ее в таком положении, под лопатки что-нибудь подкладывают. Удерживая одной рукой голову пострадавшего в запрокинутом положении, другой отдают ему нижнюю челюсть книзу для



того, чтобы рот оказался полуоткрытым. Затем, сделав глубокий вдох, оказывающий помощь прикладывает через платок или кусок марли свой рот ко рту пострадавшего и выдыхает в него воздух из своих легких. Одновременно пальцами руки, удерживающей голову, он зажимает пострадавшему нос. Грудная клетка пострадавшего при этом расширяется — происходит вдох. Вдувание воздуха прекращают, грудная клетка спадается — происходит выдох. Оказывающий помощь вновь делает вдох, снова вдувает воздух в легкие пострадавшего и т. д. Воздух следует вдувать с частотой, соответствующей частоте дыханий здорового человека (рис. 32). Вдувание воздуха в легкие пострадавшего можно производить и через специальную трубку — воздухопровод (рис. 33). Если челюсти пострадавшего плотно сжаты, воздух в его легкие нужно вдувать через нос (способ «изо рта в нос»). Для этого голову пострадавшего также одной рукой удерживают в запрокинутом положении, а другой рукой закрывают ему рот. Затем оказывающий помощь, сделав глубокий вдох, через платок охватывает своими губами нос пострадавшего и вдувает в него воздух. Как только грудная клетка пострадавшего расширится, оказывающий помощь отнимает свой рот от его носа и снимает руку с его рта — происходит выдох.

Искусственное дыхание другими способами производится только тогда, когда по каким-либо причинам (например, ранение лица) применение способов «изо рта в рот» и «изо рта в нос» невозможно.

*Способ Сильвестра.* Пострадавший лежит на спине. Оказывающий помощь становится у него в из

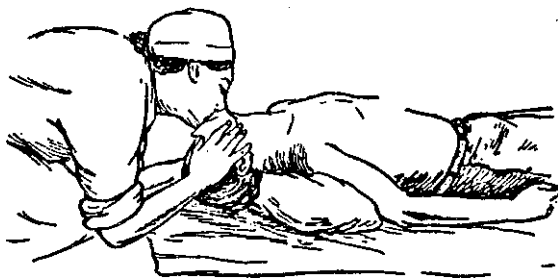


Рис. 32. Проведение искусственного дыхания по способу «изо рта в рот» через платок

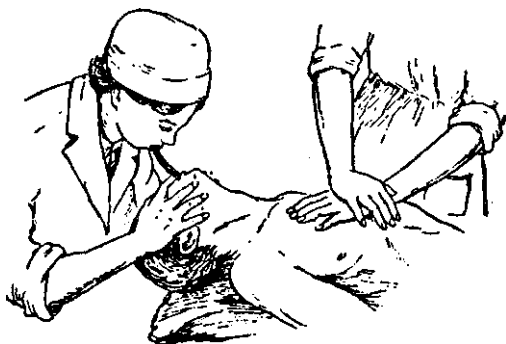


Рис. 33. Искусственное дыхание «изо рта в рот» (через воздуховод) и массаж сердца

голове, берет обе его руки за предплечья и вытягивает над головой — происходит вдох. Затем согнутые в локтевых суставах руки пострадавшего он прижимает к его грудной клетке и, продолжая держать их за предплечья, своими руками оказывает давление на нижний отдел грудной клетки пострадавшего — происходит выдох. Движения (вдох — выдох) повторяют с частотой 16—18 в минуту. Способ неприменим при наличии у пострадавшего повреждения рук или грудной клетки.

Наряду с остановкой дыхания у пострадавшего может прекратиться деятельность сердца. Это узнается по отсутствию пульса, расширению зрачков, а также отсутствию сердечного толчка при выслушивании ухом, приложенным к левой половине грудной клетки в области соска. В этом случае одновременно с искусственным дыханием производится непрямой массаж сердца. Если в оказании помощи участвуют два лица, то один делает искусственное дыхание по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос», второй же, встав с левой стороны пострадавшего, кладет ладонь одной руки на нижнюю треть его грудины, накладывает вторую руку на первую и в то время, когда у пострадавшего происходит выдох, основанием ладони ритмически делает несколько (3—4) энергичных толчкообразных надавливаний на грудину, после каждого толчка быстро отнимая руки от грудной клетки. Если помощь оказывает один человек, то, сделав несколько надавливаний на грудину, он прерывает массаж и один раз вдвухает через рот или нос воздух в легкие пострадавшего, затем снова делает надавливания на грудину, опять вдвухает воздух и т. д.

Так же, как и при поражении электрическим током, оказывается помощь пострадавшим при ударе молнии. Распространенное среди несведущих лиц мнение, что пораженных электрическим током следует закапывать в землю, ошибочно. Делать этого не нужно.

#### **5.6. ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ШОКЕ**

Как уже говорилось выше, в экстремальных ситуациях, в результате психической и механической

травмы, могут возникать состояния, получившие название синкопальных: обморок, коллапс, шок. Обморок, коллапс и первая помощь при этих состояниях были охарактеризованы выше.

Шок (удар, потрясение) — тяжелое общее состояние пострадавшего, выражающееся в угнетении нервной системы и функций всех физиологических систем организма.

Шок может наступить в результате травмы, кровотечения, ожога, переливания несовместимой крови. В настоящее время принято все виды шока определять как «травматический шок».

В развитии шока различают 2 фазы: эректильная (фаза возбуждения) и торпидная (фаза торможения).

Впервые клиническая картина фазы возбуждения и торможения была описана великим русским хирургом Н.И. Пироговым:

«Если сильный вопль и стоны слышатся от раненого, у которого черты изменились, лицо сделалось длинным и судорожно искривленным, бледным или посиневшим от крика, если у него пульс напряжен, скор, дыхание коротко и часто, то, каково бы ни было его повреждение, нужно спешить с помощью». Это первая фаза шока, которая длится всего несколько минут, и если не оказать в этот момент помощь пострадавшему, фаза возбуждения переходит в фазу торможения, которая характеризуется угнетением всех жизненно важных систем и может закончиться гибелью пострадавшего:

«С оторванной ногой или рукой лежит окоченелый на перевязочном пункте неподвижно; он не кричит, не вопит, не жалуется, не принимает ни в чем

участия и ничего не требует; тело холодное, лицо бледное, как у трупа; взгляд неподвижен и обращен вдаль, пульс, как нитка, едва заметен под пальцем и с частыми перемирками. На вопросы окоченелый или вовсе не отвечает, или только про себя чуть слышным шепотом, дыхание тоже едва приметно. Рана и кожа почти вовсе не чувствительны; но если больной нерв, висящий из раны, будет чем-нибудь раздражен, то больным одним легким сокращением личных мускулов обнаруживает признак чувства. Иногда это состояние проходит через несколько часов от употребления возбуждающих средств, иногда же оно продолжается до самой смерти».

Проведением ряда профилактических мероприятий можно предупредить возникновение шока или ослабить его проявление.

Очень важное значение имеют следующие мероприятия:

- быстрая остановка кровотечения;
- бережное наложение асептических повязок на раны;
- применение любых обезболивающих средств непосредственно на месте происшествия;
- иммобилизация при переломах, обширных повреждениях мягких тканей и кровотечениях;
- предупреждение охлаждения и согревание озябших;
- утоление жажды горячим питьем;
- быстрая и бережная эвакуация пострадавшего с места происшествия.

От правильного оказания первой помощи зависит успешность дальнейшего лечения пострадавшего, которое осуществляется в медицинском учреждении.

## **Раздел 6**

### **УПРАВЛЕНИЕ**

### **БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

#### **6.1. ПРАВОВЫЕ, НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЖД**

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является Конституция — основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны противоречить Конституции РФ. Гарантом Конституции РФ является Президент. Президент РФ издает указы и распоряжения, обязательные для исполнения на всей территории Российской Федерации. Федеральные законы принимаются Государственной Думой, рассматриваются Советом Федерации, подписываются и обнародуются Президентом.

#### **экологическая безопасность**

Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии с марта 1992 г. федерального закона «Об охране окружающей природной среды» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия. Закон содержит свод правил охраны окружающей природной среды в но-

вых условиях хозяйственного развития и регулирует природоохранные отношения в сфере всей природной среды, не выделяя ее отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство.

Задачами природоохранительного законодательства являются: охрана природной среды (а через нее и здоровья человека); предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности; оздоровление окружающей природной среды, улучшение ее качества.

Эти задачи реализуются через три группы норм:

- нормативы качества окружающей среды,
- экологические требования к хозяйственной и другой деятельности, влияющей на окружающую среду,
- механизм исполнения этих требований.

К нормативам качества окружающей природной среды относятся предельно допустимые нормы воздействия (химического, физического, биологического): ПДК вредных веществ, ПДВ, ПДС, нормы радиационного воздействия, нормы остаточных химических веществ в продуктах питания и др. Нормативы утверждаются специально уполномоченными органами государства (в частности, Госсанэпиднадзором России) и обязательны для всех хозяйствующих субъектов.

Экологические требования предъявляются всем хозяйствующим субъектам независимо от форм собственности и подчиненности, гражданам РФ. Органы охраны окружающей среды и санэпиднадзора имеют право экологического контроля и наложения запрета деятельности на всех стадиях — проектирования, размещения, строительства, ввода в

эксплуатацию, эксплуатации объектов. Закон гарантирует право граждан на здоровую и благоприятную природную среду, закрепляет полномочия граждан и общественных экологических объединений в охране окружающей природной среды: требовать предоставления экологической информации, назначения экологической экспертизы, обращаться в административные и судебные органы с заявлением о приостановлении или прекращении деятельности экологически вредных объектов, обращаться с исками о возмещении вреда, причиненного здоровью и имуществу.

Механизм реализации Закона выражается в сочетании экономических методов хозяйствования с административно-правовыми мерами обеспечения качества окружающей природной среды. Экономический механизм охраны окружающей среды предполагает финансирование, кредитование, льготы при внедрении экологически чистых технологий, при начислении налогов. Это прямые экологические стимулы в охране окружающей природной среды. Влияние на экономический интерес осуществляется через изъятие части денежного дохода в качестве платы за пользование ресурсами, налога на экологически вредную продукцию или продукцию, выпускаемую с применением экологически опасных технологий.

Административно-правовое воздействие реализуется через экологическую экспертизу, экологический контроль, меры административно-правового пресечения вредной деятельности, ответственность за экологические правонарушения. Финансирование и осуществление хозяйственных проектов производится только после положительного заключения экологи-



ческой экспертизы. В случае несоблюдения экологических требований закон предусматривает приостановление деятельности и одновременное прекращение финансирования со стороны кредитно-финансовых учреждений.

Система экологического контроля состоит из государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды (мониторинг), государственного, производственного, общественного контроля. Мониторинг организуется с целью наблюдения за происходящими в окружающей природной среде физическими, химическими, биологическими процессами, за уровнем загрязнения атмосферы, воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир, обеспечения заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей природной среде, предупреждениями и прогнозами ее состояния.

Организационную основу службы экологического контроля составляет Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Роскомгидромет) и ее подразделения на местах. В проведении государственного экологического мониторинга участвуют: Госсанэпиднадзор России — в части мониторинга неблагоприятных воздействий факторов окружающей среды на здоровье человека, Минсельхоз России в части мониторинга загрязнения почв, растительной продукции, вод и снега тяжелыми металлами, пестицидами, нитратами в агропромышленном комплексе, а также Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству, Комитет по геологии, Федеральный над-

зор России по ядерной и радиационной безопасности. Основная нагрузка ложится на государственную систему мониторинга Росткомгидромета. В ее состав входит сеть пунктов режимных наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхности вод, морской среды, лесной растительности, за химическим составом осадков, снежного покрова, уровнем радиации.

Основные положения производственного экологического контроля были введены постановлением правительства СССР 1968 года «О мерах по дальнейшему улучшению здравоохранения и развитию медицинской науки в стране». Постановление предусматривало организацию лабораторий в составе заводских лабораторий для постоянного контроля за соблюдением санитарно-гигиенических нормативов в цехах, а также за загрязнением атмосферного воздуха, почвы и водоемов промышленными выбросами. В соответствии с федеральным законом «О предприятиях и предпринимательской деятельности» (1990) предприятия получили самостоятельность в определении структуры и финансирования своих подразделений. Однако обязанностью всех предприятий и предпринимателей является проведение экологического контроля производства и недопущение загрязнения окружающей среды, выпуск продукции, не приносящей вреда здоровью человека.

Органы охраны окружающей среды и санэпиднадзора имеют право налагать запрет на размещение проекта, совместно с органами власти принимать меры административно-правового пресечения вредной деятельности, привлекать виновников к ответственности за экологические правонарушения.

Система стандартов «Охрана природы» ГОСТ 17.0.0.00 устанавливает требования к природопользователям элементов биосферы (атмосферы, гидросферы, почвы) в части защиты их от антропогенного воздействия. Государственные стандарты являются, основными нормативно-техническими документами, устанавливающими общие требования к конкретным видам природопользования. Государственные стандарты дают признаки и методики определения степени воздействия на окружающую среду различных загрязнителей.

Система государственных стандартов включает более 200 стандартов, касающихся охраны окружающей среды. Она подразделяется на несколько групп стандартов и обеспечивает применение единых и обязательных методов и правил охраны природы. Стандарты нулевого комплекса ГОСТ 17.0.0.01 и другие составляют группу организационно-методических стандартов. Так, ГОСТ 17.0.0.04-90 регламентирует основные положения экологического паспорта предприятия.

Стандарты в области охраны вод объединяются в первый комплекс — ГОСТ 17.1.1.01 и другие; а, например, ГОСТ 17.1.3.07 «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» — в третий. К четвертому комплексу относятся стандарты в области охраны и рационального использования почв, к пятому — использования земли, к шестому — охраны растительности.

Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» дополняется законодательными актами, конкретизирующими его положения. В 1992 году принят «Порядок разработки и утверждения

экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов». В 1993 году принят Указ «Об образовании Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности». В 1994 году «О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития».

Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер. В Декларации Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей человека среды (1972) сформулированы 26 принципов, положенных в основу международного экологического сотрудничества. Декларация провозгласила право человека на жизнь в благоприятной окружающей среде. Природные ресурсы Земли должны быть сохранены на благо нынешнего и будущих поколений.

Конференция ООН в 1992 году в Рио-де-Жанейро единодушно приняла Декларацию по окружающей среде и развитию, провозгласившую цель — установить новое, справедливое глобальное партнерство для сохранения, защиты и восстановления здорового состояния и целостности экосистемы Земли.

Российской Федерацией приняты к исполнению, в частности:

Протокол 1985 года о сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков, Протокол 1988 года об ограничении выбросов окислов азота или их трансграничных потоков.

Россия — член многосторонних конвенций, таких как конвенция о защите Черного моря от загрязнений (1992 г.), об охране морской среды Балтийского моря (1992 г.), конвенции о трансграничном воз-

действию промышленных аварий и Киотского соглашения (1997) об ограничении выбросов веществ, вызывающих парниковый эффект и др..

## *Охрана труда*

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Охрана труда — это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Законодательство РФ об охране труда состоит из соответствующих норм Конституции РФ, основ законодательства РФ об охране труда и издаваемых в соответствии с ними законодательных и иных нормативных актов.

Основные направления государственной политики в области охраны труда [17]:

— признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятий;

— установление единых нормативных требований по охране труда для предприятий всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности;

— государственное управление деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законов и иных нормативных актов об охране труда;

— общественный контроль за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда, осуществляемый через профессиональные союзы и иные представительные органы;

— защита интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания, а также членов их семей;

— проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание здоровых и безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасной техники и технологий, средств коллективной и индивидуальной защиты;

— применение экономических санкций в целях соблюдения предприятиями и работниками нормативных требований по охране труда.

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

— на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов;

— на возмещение вреда, причиненного увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением им трудовых обязанностей;

— на обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя и др.

Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной властей гарантирует право на охрану труда работникам, участвующим в трудовом процессе по трудовому договору (контакту) с работодателем. Условия трудового договора (контакта) должны соответствовать требованиям законодательных и нормативных актов по охране труда.

В 1994 г. была создана межведомственная комиссия на уровне заместителей министров и ведомств РФ для координации деятельности министерств и ведомств РФ, привлечения компетентных организаций, ученых и специалистов в целях реализации Основ законодательства РФ об охране труда.

Основным законом об охране труда на территории Российской Федерации является Федеральный закон от 17.07.99 № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации», вступивший в силу 24 июля 1999 года.

Он устанавливает правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, и направлен на создание условий труд, соответствующих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Действие нового Закона распространяется на всех работодателей, независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности; работников, состоящих с работодателями в трудовых отношениях; студентов образовательных учреждений высшего профессионального и среднего профессионального образования, учащихся образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования и образовательных учреждений среднего

(полного) общего, основного общего образования, проходящих производственную практику; военнослужащих, направляемых на работу в организации; а также на граждан, отбывающих наказание по приговору суда, в период их работы в организациях.

Законодателем подробно изложены права работников на охрану труда. Каждый из них имеет право на рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда; обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с законодательством Российской Федерации; обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты за счет средств работодателя; компенсации, установленные законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации, коллективным договором, трудовым договором (контрактом), если работник занят на тяжелых работах и работах с вредными или опасными условиями труда, и др.

Кроме того, по сравнению с ранее действовавшими Основами законодательства Российской Федерации об охране труда, работники вправе проходить внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанного медицинского осмотра.

Работодатель, среди прочего, обязан теперь проводить аттестацию рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации.

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполне-



нием в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организациях с численностью более 10 работников работодателями создаются комитеты (комиссии) по охране труда. В их состав на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов или иного уполномоченного работниками представительного органа.

Государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда осуществляются федеральной инспекцией труда — единой федеральной централизованной системой государственных органов.

Государственные инспектора труда при исполнении своих обязанностей имеют право: беспрепятственно в любое время суток при наличии удостоверений установленного образца посещать в целях проведения инспекции организации всех организационно-правовых форм; запрашивать и безвозмездно получать от руководителей и иных должностных лиц организаций, органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, работодателей документы, объяснения, информацию, необходимые для выполнения надзорных и контрольных функций; расследовать в установленном порядке несчастные случаи на производстве и др.

Законом предусмотрено проведение государственной экспертизы условий труда, осуществляемой Всероссийской государственной экспертизой условий труда и государственными экспертизами условий труда субъектов Российской Федерации.

Задачами государственной экспертизы условий труда являются контроль за условиями и охраной труда, качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, правильностью предоставления компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда. Помимо этого, заключение государственной экспертизы условий труда является обязательным основанием для рассмотрения судом вопроса о ликвидации организации или ее подразделения при выявлении нарушения требований охраны труда. В заключение следует отметить, что ранее решения о закрытии предприятий или их структурных подразделений принимал соответствующий орган исполнительной власти по труду.

На федеральном уровне установлено, что в РФ действует система правовых актов, содержащих единые нормативные требования по охране труда, которые должны соблюдаться федеральными органами исполнительной власти, предприятиями, учреждениями и организациями всех форм собственности при проектировании и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. В нее входят:

- государственные стандарты (ГОСТы) РФ;
- система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- отраслевые стандарты ОСТ ССБТ;
- санитарные правила СП;
- гигиенические нормативы ГН;
- правила безопасности ПБ;
- инструкция по безопасности ИБ;
- правила по охране труда отраслевые ПОТО;

— типовые отраслевые инструкции по охране труда ТОО.

Органы государственной власти субъектов РФ на основе государственных правовых актов, содержащих требования по охране труда, разрабатывают и утверждают соответствующие нормативные правовые акты по охране труда.

Предприятия, учреждения и организации разрабатывают и утверждают стандарты предприятия системы ССБТ, инструкции по охране труда для работников и на отдельные виды работ (ИОТ) на основе государственных, правовых актов.

Профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы имеют право принимать участие в разработке и согласовании нормативных правовых актов по охране труда.

ССБТ — комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

ССБТ устанавливает требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов:

- требования безопасности к производственному оборудованию;
- требования безопасности к производственным процессам;
- требования к средствам защиты работающих.

Система стандартов безопасности труда ССБТ насчитывает несколько сот государственных и отраслевых стандартов. На основе ССБТ создаются новые безопасные техника и технологии, планируются и осуществляются мероприятия по улучшению санитарно-гигиенических условий труда на рабочих

местах, осуществляется контроль состояния условий и охраны труда.

Обеспечение безопасности производственного оборудования и технологических процессов должно достигаться приведением их в соответствие с требованиями ССБТ.

Стандарты предприятий по безопасности труда (СТПБТ) являются составной частью ССБТ. Стандарт предприятия регламентирует организацию работы по обеспечению безопасности труда на предприятии.

Инструкция по охране труда (ИОТ) является нормативным документом, устанавливающим требования безопасности при выполнении работ в производственных помещениях и в иных местах, где работающие выполняют порученную им работу или служебные обязанности. Инструкции могут разрабатываться как для работающих отдельных профессий, так и для отдельных видов работ. Инструкции должны включать только те требования, которые касаются безопасности труда и выполняются самими работающими.

Инструкции разрабатываются на основе типовых инструкций, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной документации используемых технических средств, а также с учетом конкретных условий работы.

Требования ИОТ являются обязательными для работающих. Невыполнение их рассматривается как нарушение производственной дисциплины.

Для организации работы по охране труда на предприятии создаются в случае необходимости службы охраны труда или привлекаются специалисты по охране труда на договорной основе. Структура и

численность работников службы охраны труда предприятия определяется работодателем с учетом рекомендаций государственного органа управления охраной труда.

Ответственность за состояние условий и охраны труда на предприятии возлагается на работодателя. В обязанности работодателя входит обеспечение безопасности оборудования, технологических процессов и применяемых сырья и материалов, выполнение требований законодательства и нормативных актов, в частности, организация медицинских осмотров при поступлении на работу и периодических осмотров в процессе работы.

Оценка фактического состояния условий труда производится на основании данных аттестации рабочих мест или специальных инструментальных замеров уровней факторов производственной среды, которые отражаются в карте условий труда на рабочем месте.

Превышение ПДК и ПДУ на рабочих местах считается нарушением норм и правил по охране труда.

Государственное управление ОТ, надзор и контроль осуществляет государственный орган, полномочия которого определяются Президентом РФ и по его поручению Правительством РФ. Нормы и правила ОТ, утверждаемые этим государственным органом управления ОТ, обязательны для исполнения на территории РФ предприятиями всех форм собственности.

### **Чрезвычайные ситуации**

Федеральный закон (ФЗ № 68 от 21.12.94) «О защите населения и территорий от чрезвычайных

ситуаций природного и техногенного характера» (1994 г.) определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты населения, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Российской Федерации, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Основные цели закона: предупреждение возникновения и развития ЧС, снижение размеров ущерба и потерь от ЧС, ликвидация ЧС.

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения от чрезвычайных ситуаций.

Объем и содержание мероприятий по защите населения и территорий от ЧС определяется, исходя из принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств.

Президент вносит на рассмотрение Совета Безопасности РФ и принимает с учетом его предложений решение по вопросу предупреждения и ликвидации ЧС, а также по вопросам преодоления их последствий, вводит при необходимости и в соответствии с Конституцией чрезвычайное положение.

Федеральное собрание Российской Федерации утверждает ассигнования на финансирование мероприятий, проводит парламентские слушания по воп-

росам защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций. Правительство устанавливает классификацию ЧС и полномочия исполнительных органов государственной власти по их ликвидации.

Органы местного самоуправления осуществляют подготовку и содержат в готовности необходимые силы и средства для защиты населения и территорий от ЧС, проводят обучение населения способам защиты и действиям в указанных ситуациях.

Для осуществления государственного управления и координации органов исполнительной власти создан федеральный орган — Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), который создает подведомственные ему территориальные органы. Эти органы в свою очередь, организуют работу в области защиты населения и территории от ЧС в своей сфере деятельности и порученных им отраслях экономики.

Федеральные органы исполнительной власти:

— разрабатывают и осуществляют организационные и инженерно-технические мероприятия по повышению устойчивости функционирования отраслей в ЧС;

— утверждают и издают в соответствии с федеральными требованиями отраслевые нормы и правила безопасности производства, технологических процессов, продукции, а также правила защиты работников организаций от ЧС;

— обеспечивают разработку и реализацию мероприятий по укреплению радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной, экологической безопасности, а также соблюдение норм и

правил инженерно-технических мероприятий гражданской обороны при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов производственного и социального назначения;

— финансируют и обеспечивают мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайных ситуациях;

— по отношению к другим организациям осуществляют методическое руководство при решении вопросов защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях.

Резервы финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются заблаговременно федеральными органами исполнительной власти, субъектами РФ, органами местного самоуправления.

Постановлением от 24 июля 1995 года «О порядке подготовки населения в области защиты от ЧС» определены основные задачи, формы и методы подготовки населения Российской Федерации в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

12 февраля 1998 г. был подписан Президентом Российской Федерации принятый Государственной думой Федеральный закон о гражданской обороне. Закон определяет задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления, полномочия органов государственной власти РФ, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также силы и средства ГО. Закон состоит из шести глав и 20 статей.



Законом определены следующие **основные задачи ГО**:

- обучение и оповещение населения;
- эвакуация населения и материальных ценностей;
- предоставление населению убежищ и средств индивидуальной защиты;
- проведение маскировки и аварийно-спасательных работ;
- первоочередное обеспечение населения, пострадавшего при ведении военных действий (первая медицинская помощь, жильё и др. меры);
- проведение мер по обнаружению и обозначению районов заражения и обеззараживание населения, техники и территорий;
- восстановление и поддержание порядка, восстановление функционирования коммунальных служб и захоронение трупов в военное время;
- осуществление мер по сохранению объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время.

Указывается, что ГО организуется по территориально-производственному принципу, устанавливаются полномочия, начиная от Президента РФ до органов местного самоуправления и организаций, а также права и обязанности граждан РФ в области ГО. Граждане РФ проходят обучение способам защиты от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие их, принимают участие и оказывают содействие в проведении мероприятий по ГО.

Подготовка населения осуществляется путем проведения занятий по месту работы и самостоятельно-

го изучения действий в чрезвычайных ситуациях согласно рекомендуемым программам с последующим закреплением полученных знаний и навыков на учениях и тренировках.

В целях проверки подготовленности населения в области защиты от ЧС регулярно проводятся командно-штабные, тактико-специальные и комплексные учения и тренировки. Командно-штабные учения или штабные тренировки на предприятиях, в учреждениях и организациях проводятся один раз в год продолжительностью до одних суток. Тактико-специальные учения продолжительностью до 8 часов проводятся с формированиями предприятий один раз в три года, с формированиями повышенной готовности — один раз в год.

Комплексные учения продолжительностью до двух суток проводятся один раз в три года в органах местного самоуправления, на предприятиях и в учреждениях, имеющих численность работников более 300 человек. В других организациях один раз в три года проводятся тренировки продолжительностью до восьми часов.

Тренировки с учащимися и студентами должны проводиться ежегодно. Подготовка осуществляется в учебное время по общеобразовательным программам в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

Подготовка руководителей федеральных органов исполнительной власти субъектов федерации осуществляется на ежегодных сборах, учениях и тренировках, проводимых начальником гражданской обороны Российской Федерации - Председателем Правительства РФ.

Гражданская оборона организуется по территориально-производственному принципу. Непосред-

ственное руководство ГО в городах, поселках, селах осуществляется руководителями органов исполнительной власти. Ответственность за организацию и состояние обороны на объекте экономики несет его руководитель, он является начальником ГО на объекте. При начальнике ГО объекта создается штаб ГО — орган управления начальника ГО, организатор всей практической деятельности на объекте по вопросам ГО. Он комплектуется в зависимости от величины и важности объекта штатными работниками ГО и из должностных лиц, не освобожденных от основных обязанностей. Начальник штаба ГО является первым заместителем начальника ГО объекта. Ему предоставляется право от имени начальника ГО издавать приказы и распоряжения по вопросам ГО на объекте.

На объектах экономики создаются также службы ГО: оповещения и связи, медицинская, противопожарная, аварийно-техническая, противорадиационной и противохимической защиты, убежищ и укрытий, энергоснабжения, светомаскировки, охраны общественного порядка, транспортная, материально-технического снабжения. На объектах сельскохозяйственного производства создаются, кроме того, служба защиты сельскохозяйственных животных и растений.

Предназначение служб — подготовка необходимых сил и средств для ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ и руководство этими силами при выполнении ими указанных работ. Службы возглавляются руководителями соответствующих отделов, цехов, бригад и других подразделений объектов, на базе которых они создаются.

Силами ГО объектов обычно являются невоенизированные формирования ГО. На большинстве объектов комплектуются спасательные отряды, команды или группы, состоящие соответственно из команд, групп и звеньев, а также санитарных дружин. На эти формирования возлагаются розыск пострадавших, извлечение их из-под завалов, из разрушенных зданий и заваленных защитных сооружений, вынос пораженных и оказание им первой медицинской помощи. Формирования оснащаются необходимой техникой.

Сводные отряды (команды, группы) — наиболее мобильные и хорошо оснащенные формирования предприятий. Они предназначены для решения задач как в военное, так и в мирное время и всегда должны находиться в готовности к ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения и к ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф.

Кроме формирований общего назначения на объектах создаются формирования служб: разведывательные группы (звенья), посты радиационного и химического наблюдения, группы связи, отряды санитарных дружин и санитарные посты, противопожарные команды, аварийно-технические команды, команды противорадиационной и противохимической защиты, звенья по обслуживанию убежищ и укрытий, группы охраны общественного порядка, подразделения общественного питания и торговли.

Силы гражданской обороны могут привлекаться для ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф.

За последние 20 лет стихийные бедствия на Земле унесли жизни 3 млн. человек, ранено свыше 800

млн. человек, стоимость ущерба по подсчетам зарубежных специалистов превысила 100 млрд. долларов. Масштабы бедствий вынуждают пострадавшие страны обращаться за международной помощью. В составе ООН выделены подразделения, объединяющие специалистов для ликвидации последствий чрезвычайных происшествий.

В 1971 году Генеральной ассамблеей ООН был создан исполнительный комитет ВОЗ по оказанию медицинской помощи при стихийных бедствиях (ЮНДРО). В его составе постоянно функционирует сектор здравоохранения в ЧС и оперативная группа по стихийным и другим бедствиям.

В международном Комитете Красного Креста (МККК) объединены 125 национальных обществ Красного Креста. МККК занимается организацией и осуществлением экстренной помощи при антропогенных катастрофах, включая вооруженные конфликты.

В 1975 году в Женеве создано Международное общество медицины катастроф (МОМК) в составе около 30 государств. Задачей общества является координация разработки проблем медицины катастроф в международном масштабе.

Руководство России принимает меры по объединению усилий всех министерств и ведомств в предотвращении катастроф и ликвидации их последствий.

## **6.2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЖД**

В связи с растущим уровнем урбанизации, современным состоянием общеэкологической ситуа-

ции, ростом глобальных проблем, эскалацией кризисных экологических ситуаций и катастроф чрезвычайно актуальной является проблема оценки экономических последствий и материальных затрат общества, обусловленных увеличением риска во всех сферах жизни, загрязнением окружающей среды.

### ***Затраты на охрану труда***

Большинство современных технологий предъявляют чрезвычайно высокие требования к качеству труда. Возрастает цена ошибок с возрастанием сложности технологических процессов, потому даже незначительные отклонения самочувствия работника от требуемой нормы могут привести к значительному экономическому и социальному ущербу. Общие размеры ущерба увеличиваются из-за роста стоимости оборудования, роста квалификации и, соответственно, роста ценности рабочего времени. При этом повышенная заболеваемость и сокращение периода полноценной трудовой активности, вызываемые отрицательным воздействием загрязнений окружающей среды на здоровье человека, могут приводить к существенному увеличению прямого и косвенного ущерба.

Огромные экономические потери общества связаны с заболеваемостью, травматизмом на производстве и в быту, с временной утратой трудоспособности и инвалидностью. Эти экономические потери складываются из ряда компонентов:

— потери трудовых человеко-дней и, следовательно, стоимости невыработанной на производстве продукции;

- расходы на выплату пособий по временной не-трудоспособности и пенсий по инвалидности;
- затраты на стационарную и амбулаторную лечебно-профилактическую помощь.

Производство страны теряет в течение года из-за заболеваемости 650 млн. человеко-дней, а это равнозначно тому, что 2,3 млн. условных рабочих не трудятся в течение всего года, при этом наносится ущерб, теоретически равнозначный экономическим потерям при остановке всей промышленности более, чем на 13 дней.

Социальная эффективность здравоохранения связана с социальными процессами общества, демографическими явлениями. При этом медицинская эффективность измеряется результативностью лечебно-профилактической деятельности, а экономическая эффективность определяется влиянием снижения заболеваемости, инвалидности, летальности на производительность труда.

Снижение заболеваемости с временной утратой трудоспособности и инвалидности имеет большое экономическое значение. Подсчитано, что снижение средней временной утраты трудоспособности только на 1 день сохраняет народному хозяйству более 44 млн. человеко-дней на производстве и 155 тысяч условно-годовых рабочих.

Создание безопасных условий труда и быта, профилактика заболеваний обуславливает продление периода трудовой активности людей, сохранение трудового резерва и снижение расходов из средств социального страхования.

Финансирование охраны труда осуществляется за счет ассигнований, выделяемых отдельной строкой

в республиканском бюджете РФ, в областных, городских, районных бюджетах, за счет прибыли (доходов) предприятий, а также фондов охраны труда. Работники предприятий не несут каких-либо дополнительных расходов на эти цели.

Фонды охраны труда формируются на трех уровнях [17]:

— федеральный фонд охраны труда формируется за счет целевых ассигнований Правительства, суммы штрафов, налагаемых на должностных лиц за нарушение законодательства об охране труда, отчислений из фонда государственного (обязательно) социального страхования РФ, добровольных отчислений и поступлений;

— территориальные фонды охраны труда формируются за счет ассигнований из бюджетов административно-территориальных образований РФ, части средств фондов охраны труда предприятий, расположенных на соответствующей территории, добровольных отчислений предприятий;

— фонды охраны труда предприятий формируются за счет ежегодного выделения на охрану труда необходимых средств в объемах, определенных коллективным договором или соглашениями.

Предприятия, использующие средства фондов охраны труда не по назначению, полностью возмещают затраченные средства в указанный фонд предприятия и уплачивают штраф в федеральный фонд охраны труда в размере 100% средств, затраченных не по назначению.

За невыполнение требований законодательства РФ об охране труда и предписаний органов государственного надзора и контроля за охраной труда по созданию здоровых и безопасных условий труда на



предприятия налагаются штрафы в порядке, определяемом законодательством.

## **Затраты на чрезвычайные ситуации**

Огромные материальные и людские потери общества связаны со стихийными бедствиями, авариями и катастрофами, сопровождающимися часто разрушениями промышленных объектов и ухудшением экологической обстановки.

Конкретно статистические показатели для каждого вида катастроф обычно рассматривают в связи с их общей и медико-тактической характеристикой.

Человеческие и экономические потери оцениваются ретроспективно. Представление о них дают, например, некоторые цифры, которые приводятся по оценке землетрясения в Армении 7 декабря 1988 года. Эпицентр землетрясения (по шкале Рихтера 6–9 баллов, по 12-балльной шкале — 11–12 баллов) пришелся на Спитак. Зона его воздействия с разрушающей магнитудой захватывала ряд городов и поселков Армении. Промышленные, культурные и жилые строения Ленинакана, Кировокана, Спитака были разрушены соответственно на 66,29 и 69% [18].

До землетрясения население городов и поселков пострадавшей зоны составляло примерно 500 тысяч человек (20% всего населения республики); число погибших составило 24542 человека, раненых — 72000–94000 человек, все они получили как механические, так и психические травмы. Число оставшихся без крова определяется в 500 тысяч человек, причем, до сих пор жизнь многих не обустроена.

Затраты на медицинскую помощь могут быть оценены по следующим показателям: в ходе ликвидации последствий землетрясения были сформированы военно-полевой госпиталь на 200 коек, 3 военные поликлиники на 150—200 посещений каждая, санитарно-эпидемиологический отряд, 2 санитарно-эпидемиологические лаборатории, 2 подвижных стоматологических кабинета, подвижное отделение медицинского склада с запасом медицинского имущества на 12000 человек. Было выдано перевязочных средств на 12000 тысяч раненых, 110 млрд.ед. антибиотиков, 160 литров кровезаменителей, 10000 упаковок психостимуляторов, 8100 санитарных носилок, 84 единицы медицинской техники, 120 тонн дезинфицирующих средств. Было проведено бактериологическое обследование 350 работников питания и водоснабжения, 35510 жителям сделаны предохранительные прививки против кишечных инфекций, дезинфекционные мероприятия осуществлены на 13000 кв. метрах площади, дератизационные — на 56 га.

В Спитаке к 15 декабря на поверхности земли было проложено несколько километров водовода, который функционировал при положительных температурах воздуха, но через неделю промерз и был демонтирован. Всего в район землетрясения за 26 дней поступило 3036 единиц специальной техники (кранов, бульдозеров, экскаваторов и др.). Для проведения спасительных и других работ в зону землетрясения прибыли 50000 человек.

В зоне землетрясения погибли 24 тысячи голов крупного рогатого скота, 45 тысяч овец, свыше 8 тысяч свиней, сотни тысяч домашней птицы.

Анализируя все перечисленное, можно сделать в целом вывод о масштабах экономического ущерба, наносимого землетрясениями, который складывается из ущерба, наносимого разрушениями, гибелью людей, травматизмом и затрат на восстановительные работы.

Одним из наиболее частых стихийных бедствий на территории России являются наводнения. Ряд наводнений последних лет областного и республиканского масштаба потребовали напряженной работы гарнизонных и окружных формирований по ликвидации последствий стихийных бедствий. Примером может служить наводнение в Приморском крае, возникшее в результате действий тайфуна.

По данным штаба ГО РФ, тайфуны — тропические циклоны, скорость ветра в которых превышает 33 м/сек, на Японском море и в Приморском крае наблюдаются 1—4 раза в год. За последние 30 лет на территорию Приморского края обрушилось 13 мощных тайфунов, нанеших значительный ущерб народному хозяйству. Средняя продолжительность существования тайфунов 11—18 суток, в сутки выпадает 100—400 мм осадков, скорость ветра может достигать 100 м/сек.

В Приморском крае наводнения осложняются слабой пропускной способностью рек и интенсивной хозяйственной деятельностью человека, связанной с вырубкой лесов, нерациональным строением дорожных насыпей, защитных дамб и т. д.

В период с 24 по 30 июля 1989 года в результате активной циклонической деятельности над западной частью Тихого океана и Японским морем в Приморском крае выпало большое количество осад-

ков в виде дождя. Положение осложнилось выходом в этот район тайфуна «Джуди», который заполнился, превратился в малоподвижный циклон и принес на территорию края сильные и продолжительные ливни. Уровень воды в реках поднялся на 3,5—8,5 м. Реки вышли из берегов и наводнение распространилось на весь край, охватив Находку, Партизанск, Лесозаводск, Дальнереченск и 18 сельских районов. Наводнение продолжалось около 20 дней, при этом:

- пострадало 140 населенных пунктов; около 14 тысяч жилых домов; более 40 тысяч личных подворий; 32 детских сада; 21 клуб; 25 общеобразовательных школ; более 20 медицинских учреждений; 350 предприятий торговли и другие предприятия бытового и культурного назначения;

- без крова осталось 800 семей;

- разрушено 267 мостов, повреждено 1600 км автомобильных дорог, выведено из строя более 500 км линий электропередач и 160 трансформаторных подстанций;

- затоплены 101 радиотрансляционный узел, 24 АТС, выведены из строя 571 км кабельных и 247 воздушных линий связи; без связи остались 165, без электроснабжения — 98 населенных пунктов;

- частично повреждено или затоплено 9 водоразборов, 34 насосных станции, более 13 км канализационных, 16 км водопроводных и 45 км тепловых сетей, 54 скважины водоснабжения;

- в результате повреждения железнодорожного полотна на 4 суток было прервано движение поездов на линии Владивосток—Хабаровск;

- было затоплено 363 тысячи га сельхозугодий; потери урожая составили 90% выращенного;

— оказались затопленными около 80 тысяч га пастбищ и столько же сенокосов; значительное количество заготовленного сена и силоса;

— под водой оказалось 200 летних животноводческих лагерей, 91 ферма крупного рогатого скота; 28 свиноферм; за время наводнения погибло 2156 голов животных, в том числе 825 крупного рогатого скота.

В процессе наводнения погибло 8 человек, 3 пропали без вести, из мест проживания было эвакуировано около 7 тысяч человек. Общий ущерб от наводнения составил около 540 млн. рублей (по ценам 1989 года).

Ретроспективно работы по борьбе со стихийным бедствием, на примере Приморского края и ликвидации его последствий, можно разделить на 3 этапа:

— первый этап — прогноз стихийного бедствия после штормового предупреждения и организация работ по снижению возможных последствий чрезвычайной ситуации; были созданы постоянные чрезвычайные комиссии (ПЧК) края, приведены в готовность органы ГО;

— второй этап — проведение спасательных и других неотложных работ в ходе наводнения; было введено чрезвычайное положение и началась эвакуация детей и взрослых из мест, находящихся под угрозой затопления; в спасательных работах принимали участие около 5 тысяч человек и около 900 единиц техники, вертолеты МИ-8, плавающие транспортеры с передислокацией от 100 до 400 км. Было перевезено до 1000 т различных грузов, вывезено и спасено 10 тысяч человек, в том числе 800

детей. Только за первые двое суток вертолеты ДВО совершили при неблагоприятных условиях около 80 вылетов с налетом около 60 часов.

— третий этап — организация и ведение ремонтно-восстановительных работ; в задачу третьего этапа входило обеспечение пострадавшего населения жильем, ввод в строй объектов социальной сферы, сетей тепло-, энерго- и водоснабжения до наступления зимних холодов, уборка сохранившегося урожая зерна, обеспечение кормами животных; были определены конкретные задачи министерствам и ведомствам, источники финансирования мероприятий по восстановлению и строительству объектов народного хозяйства в крае.

Приведенные в качестве примера данные о двух типах чрезвычайных ситуаций — землетрясении и наводнении, свидетельствуют о том, что ликвидация последствий всегда требует огромного напряжения соответствующих сил и средств, огромных материальных затрат, которые, в основном, должны быть направлены на спасение жизни и обеспечение жизнедеятельности пострадавших и восстановление разрушенных в ходе катастрофы объектов, строительство жилья, коммуникаций и других объектов.

### ***Затраты на обеспечение экологической безопасности***

Экономический ущерб от загрязнений атмосферы — это сумма нормативных объективно неизбежных на данном этапе развития и сверхнормативных потерь общественно полезных результатов труда и других элементов национального богатства, выражен-

ных в стоимостной форме, либо приведенных затрат на их компенсацию, обусловленных нарушением экологического равновесия в социальных, производственных и природных системах [19]. Элементами этих систем, подвергающимися негативному воздействию загрязнений являются: население, объекты жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), сельскохозяйственные угодья, лесные ресурсы, основные промышленно-производственные фонды (ОППФ), трудовые ресурсы, территории особого режима природопользования (ТОРП) — заказники, заповедники, санатории и др.

Общий экономический ущерб для  $N$  элементов от загрязнения атмосферы

$$Y = \sum_{i=1}^N Y_i.$$

В общем виде экономический ущерб, причиняемый  $i$ -тому элементу, определяется по формуле [19]

$$Y_i = j_i y_i \sum_{j=1}^N M_j A_{ij} N_{ij},$$

где  $j$ . — регионально-отраслевой поправочный коэффициент. Для региона Ростовской области  $j$ . составляет по элементам: население — **0,71**; жилищно-коммунальное хозяйство Ростова — на-Дону — 0,7; сельское хозяйство — 0,65; лесное хозяйство — **1,18**;  $Y$ . — удельный экономический ущерб, причиняемый  $i$ -тому элементу при выбросе в атмосферу 1т вредных веществ, выраженный в рублях по курсу 1992 года (табл. 30);

$M$ . — годовая масса выбросов  $j$ -той примеси, т/год;

$A$ . — коэффициент относительной агрессивности  $j$ -той примеси для  $i$ -того элемента (табл. 31).

Таблица 30

Элементы загрязнения	Уд. ущерб, руб/у.т
население, на 1 тыс. человек	0,68
ЖКХ, на 1 тыс. человек	0,27
сельское хозяйство, на 1 тыс. чел.	5,3
лесное хозяйство, на 1 тыс. га	2,1
ОППФ, на 1 млн. руб. основн. фонд	0,15
трудовые ресурсы, на 1 тыс. чел.	2,5
ТОРП, на 1 тыс. га	200

Таблица 31

Вредное вещество	Насе- ление	с/х	ЖКХ	Лесное хоз-во	ОППФ	Трудовые ресурсы
Бенз(а)пирен	92500	35160	0,82	0,67	0,6	57735
Кадмий и его соед.	57,5	22,3	0,82	0,67	1,5	71
Зола	1,85	1,12	0,82	0,67	0,8	1,58
Пыльнедиффер.	0,7	0,68	0,82	0,67	0,8	0,58
Свинец и его соед.	308	117	0,82	0,67	1,5	408
Азота окислы	3,1	2,7	<b>3,1</b>	2,4	3,2	2,5
Аммиак	1,5	1,25	1,55	1Д	1,6	0,8
Кислота азотная	0,74	1,75	3,0	2,4	3,2	0,82
Кислота серная	1,05	1,15	1,0	1,22	1,0	2,24
Сероводород	22,7	14,0	7,2	8,4	7,1	2,5
Углеводороды	0,5	0,19	0,05	0,5	—	0,3
Фенол	33,0	13,0	0,25	0,1	0,8	24,0
Формальдегид	17,7	12,0	1,7	8,7	1,0	18,0
Фтористые соедин.	18,0	11,0	7,0	6,7	7,1	45,0
Щелочь	18,2	6,9	0,06	0,7	—	10,0

$N_i$  — численность элементов  $i$ -того вида в зоне загрязнения атмосферы  $j$ -той примесью;

$n_j$  — количество видов выбрасываемых примесей.



Зона активного загрязнения атмосферы при круговой розе ветров для  $j$ -го вредного вещества определяется радиусом

$$R_j = 20N_j \left( 1 + \frac{\Delta T_j}{75} \right),$$

где  $N$ . — средняя высота источников выбросов  $j$ -го вредного вещества, м;

$\Delta T$ . — средняя разность температур смеси на выходе из устья источников выброса  $j$ -той примеси и окружающего воздуха, °С.

Оценка экономического ущерба  $Y$  от сброса загрязняющих примесей в  $k$ -тый водохозяйственный участок некоторым источником (предприятием, населенным пунктом) определяется по формуле [19]:

$$Y = j\sigma_k M,$$

где  $j$  — множитель, численное значение которого по курсу 1992 года равно 400 руб/ у.т;  $\sigma_k$  — безразмерная константа, имеющая разное значение для различных водохозяйственных участков;  $M$  — приведенная масса годового сброса примесей данным источником в  $k$ -тый водохозяйственный участок, у. т/год.

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i,$$

где  $i$  — номер сбрасываемой примеси;  $N$  — общее число примесей, сбрасываемых оцениваемым источником;  $A$ . — показатель относительной опасности сброса  $i$ -того вещества в водоемы, у. т/г;  $m_i$  — общая масса годового сброса  $i$ -той примеси оцениваемым источником, т/год.

Численное значение  $A_i$  для каждого загрязняющего вещества рекомендуется определять по формуле:

$$A_i = \frac{l(\text{г/м}^3)}{\text{ПДК } P/x_i(\text{г/м}^3)} \frac{\text{у.т}}{\text{г}},$$

где ПДК  $P/x_i$  ( $\text{г/м}^3$ ) — предельно допустимая концентрация  $i$ -того вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

Нормативы плат за выбросы и сбросы предприятий в пределах лимита определяются на базе суммы капитальных вложений, необходимых для выполнения природоохранных мероприятий в соответствии с планами экономического и социального развития.

В соответствии с Порядком определения платы за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредной деятельности, введенным постановлением Правительства РФ с августа 1992 года устанавливаются два вида базовых нормативов платы:

а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы платы устанавливаются по каждому ингредиенту загрязняющего вещества (отхода), ввиду вредного воздействия с учетом степени опасности их для окружающей природной среды и здоровья населения.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в размерах, не превышающих установлен-

ные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов, уровни вредного воздействия, определяются путем умножения соответствующих ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами, сбросами загрязняющих веществ, объемами размещения отходов, уровнями вредного воздействия и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемов размещения отходов, уровней вредного воздействия над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязнения и умножение этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

В случае отсутствия у природопользователя оформленного в установленном порядке разрешения на выброс, сброс загрязняющих веществ, размещение отходов вся масса загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитная.

Платежи за предельно допустимые выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов,

уровни вредного воздействия осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а платежи за превышение их — за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя.

Предельные размеры платы за загрязнение окружающей природной среды сверх предельно допустимых нормативов устанавливаются в процентах от прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, дифференцированно по отдельным отраслям народного хозяйства с учетом их экономических особенностей.

Внесение платы за загрязнение окружающей природной среды не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также от возмещения в полном объеме вреда, причиненного окружающей природной среде, здоровью и имуществу граждан, народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды, в соответствии с действующим законодательством.

Применение базовых нормативов платы осуществляется на основании порядка, утвержденного постановлением Правительства РФ и инструктивно-методических документов (список базовых нормативов платы за выброс в атмосферу загрязняющих веществ по видам веществ, список базовых нормативов платы за сброс в водные объекты загрязняющих веществ, базовые нормативы платы за размещение отходов по классам токсичности и др.).

Дифференцированные ставки платы за загрязнение определяются умножением базовых нормативов платы на коэффициенты, учитывающие экологичес-

кие факторы по территориям и бассейнам рек. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы рассчитаны по данным оценки лаборатории мониторинга природной среды и климата Госкомгидростата РФ и Академии наук. В их основу положен показатель степени загрязнения и деградации природной среды на территории экономических районов РФ в результате присущих этим районам выбросов в атмосферу и образующихся и размещаемых на их территории отходов. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов рассчитаны на основании данных о количестве сброшенных загрязненных сточных вод и категории водного объекта.

Плата за нормативные и сверхнормативные (лимитные и сверхлимитные) выбросы от стационарных и передвижных источников, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, другие виды загрязнений и размещение отходов перечисляются плательщиками на счета экологических фондов и в доход Республиканского бюджета РФ в беспорядном порядке, предусмотренном Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды».

За экологические правонарушения налагаются штрафы органами в области охраны природы, санэпиднадзора и другими специально уполномоченными государственными органами. Расчет сумм по возмещению вреда производится в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера ущерба, а при их отсутствии — по фактическим затратам на вос-

становление нарушенного состояния природного объекта с учетом понесенных убытков, в том числе упущенной выгоды.

Поступающие средства аккумулируются на счетах экологических фондов и распределяются в следующем порядке:

- 60% средств направляется на реализацию природоохранных мероприятий местного (городского, районного) значения с зачислением соответствующих сумм на счета городских, районных экологических фондов;

- 30% средств остается в распоряжении областного и краевых экологических фондов для финансирования мероприятий соответствующего значения;

- 10% средств перечисляется в Федеральный экологический фонд РФ на реализацию природоохранных мероприятий федерального значения.

Перечисление средств производится ежеквартально с указанием оплачиваемого вида загрязнения.

Основные природоохранные мероприятия, на которые расходуют средства экологических фондов:

- строительство головных и локальных очистных сооружений для сточных вод предприятий с системой их транспортировки;

- внедрение систем оборотного и бессточного водоснабжения всех видов; •

- реконструкция или ликвидация накопителей отходов;

- строительство опытно-промышленных установок и цехов по выработке методов очистки отходящих газов от вредных выбросов в атмосферу;

- оснащение двигателей внутреннего сгорания нейтрализатором для обезвреживания отработавших газов, создание станций (служб) регулировки дви-

гателей автомобилей с целью снижения токсичности отработавших газов, систем снижения токсичности отработанных газов, создание и внедрение присадок к топливам, снижающим токсичность и дымность отработавших газов и др.;

— строительство мусороперерабатывающих и мусоросжигающих заводов, а также полигонов для складирования бытовых и промышленных отходов;

— разработка экспресс-методов определения вредных примесей в воздухе, воде, почве;

— проектно-изыскательские и опытно-конструкторские работы по созданию природоохранного оборудования, установок, сооружений, предприятий и объектов, прогрессивной природоохранной технологии, методов и средств защиты природных объектов от негативного воздействия и др.

Общая плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников определяется по формуле:

$$P_{\text{атм}} = P_{\text{н. атм}} + P_{\text{л. атм}} + P_{\text{сл. атм}},$$

где  $P_{\text{н. атм}}$  — плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов;

$P_{\text{л. атм}}$  — плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов;

$P_{\text{сл. атм}}$  — плата за выброс 1 тонны одного загрязняющего вещества сверх установленного лимита.

Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фак-

тической массы выбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

Плата за загрязнение атмосферного воздуха для передвижных источников определяется по формуле:

$$P_{\text{транс}} = (P_{\text{н транс}} + P_{\text{сн транс}}) \cdot K_{\text{з атм}},$$

где  $P_{\text{н транс}}$  — плата за допустимые выбросы загрязняющих в-в;

$P_{\text{сн транс}}$  — плата за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ;

$K_{\text{з атм}}$  — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости.

В качестве основных нормируемых загрязняющих веществ для передвижных источников рассматриваются: оксиды углерода и азота, углеводороды, сажа, соединения свинца, диоксид серы.

Удельная плата для различных видов топлива определяется в руб/т или в руб/тыс. м<sup>3</sup>. При отсутствии данных о количестве израсходованного топлива плата за выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников определяется по типам транспортных средств, из расчета ожидаемых условий и места их эксплуатации (среднегодовой пробег, расход топлива или количество моточасов работы на уровне 85% обеспеченности, топливо с наиболее экологически неблагоприятными характеристиками и т. д.). Годовая плата предусматривается за транспортное средство и другие источники передвижения в тыс. руб./год за 1 транспортное средство.

Общая плата за загрязнение поверхностных и подземных водных объектов определяется по формуле:



$$П_{\text{вод}} = ПН_{\text{вод}} + Пл_{\text{вод}} + Псл_{\text{вод}},$$

где  $ПН_{\text{вод}}$  — плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов (руб);

$Пл_{\text{вод}}$  — плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (руб);

$Псл_{\text{вод}}$  — плата за сверхлимитный сброс загрязняющих в-в.

Плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов, определяются путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

Плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми сбросами загрязняющих веществ и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы сбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

Плата на размещение токсичных и нетоксичных отходов складывается из размера платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов и размеров платы за сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов.

$$П_{отх} = Пл_{отх} + Псл_{отх},$$

где  $Пл_{отх}$  — плата за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов;

$Псл_{отх}$  — плата за размещение отходов сверх установленного природопользователю лимита. Размер платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы с учетом вида размещаемого отхода (токсичные, нетоксичные) на массу размещаемого отхода и суммирования полученных произведений по видам размещаемых отходов. При этом учитывается базовый норматив платы за 1 тонну в пределах установленных лимитов и коэффициент экологической ситуации и экологической значимости почв в данном регионе.

Размер платы за сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов определяется путем умножения соответствующих ставок платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов на величину повышения фактической массы размещаемых отходов над установленными лимитами и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент и суммирования полученных произведений по видам размещения отходов. Отходы подразделяются на промышленные, бытовые и сельскохозяйственные, токсичные и нетоксичные.

Класс токсичности отходов определяется в соответствии с «Временным классификатором токсичных промышленных отходов» и «Методическими рекомендациями по определению класса токсичности промышленных отходов», утвержденным Минздравом СССР и ГКНТ СССР в 1987 г.

Размещение отходов производства и потребления осуществляется на:

— полигонах для захоронения твердых бытовых отходов, на которых по согласованию с учреждениями санитарно-эпидемиологического контроля и коммунальной службы подлежат захоронению некоторые виды твердых инертных промышленных отходов;

— полигонах общерегионального назначения по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов;

— полигонах, принадлежащих отдельному или группе предприятий для захоронения токсичных и нетоксичных промышленных отходов;

— отвалах, хранилищах для складирования (хранения) многотоннажных неиспользуемых промышленных отходов;

— свалках (санкционированных, несанкционированных). При размещении токсичных отходов на специализированных по их размещению, обезвреживанию, захоронению и хранению полигонах плата с природопользователей за размещение не взимается, а природопользователи в установленном порядке осуществляют страхование размещаемых отходов в связи с экологическим риском.

Размер платы за размещение отходов на неотведенной для этой цели территории (несанкционированная свалка) определяется путем умножения соответствующих ставок платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов на величину размещаемых отходов и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент и коэффициент, учитывающий место размещения отходов. При размещении отходов в границах городов, населенных пунктов, водоемов, рекреационных зон и водоохраных территорий, применяется коэффициент 5, на расстоянии менее 3 км от границ вышеперечисленных объектов коэффициент 3.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *С.В.Белов, Я.Л.Морозова, Б.П.Сивков.* Безопасность жизнедеятельности, ч. 1. Конспект лекций. — М.: 1992.
2. *П.Г. Белов, А.Ф. Козьяков, С.В. Белов, Г.П. Павлихина, Д.М. Якубович, Б. Г. Давыдов, Б.А. Еременко.* Безопасность жизнедеятельности, ч. 2. — М.: 1995.
5. *Ю.Д. Жилое, Т.Н. Куценко.* Справочник по медицине труда и экологии. — М.: ВШ, 1995.
4. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда (в 4 т.)/ Пер. с англ. — М.: 1985.
5. *Н.И. Костюков, М.Б. Щепакин, Н.Я. Колокольцов, В.А. Малеванчук.* Эргономика. Ростов-на-Дону, изд. СКНЦВШ, 1994.
6. *В.К. Лицкевич.* К вопросу о разработке концепции экологичной жилой среды. Жилищное строительство, — 1992, № 5.
7. *Ю.И. Богоявленский, Т.Н. Улиссова и др.* Биология. — М.: 1982.
8. *Е.А. Воробьева и др.* Анатомия и физиология человека. — М.: 1975.
9. *Е.Б. Бабский и др.* Физиология человека. М., 1972.
10. Экономика, экология, здоровье. Тез. докл. уч.-метод, конф. — Ижевск: 1991.
11. Актуальные вопросы гигиены труда и физиологии труда в связи с ускорением научно-технического прогресса. Обзорная информ. — М.: 1986.
12. Экология и экономика. Справочник. Киев, 1986.
13. Государственный доклад «О состоянии окружающей и природной среды Ростовской области в 1994 году». — Ростов-на-Дону: 1995.
14. *Р.Д.Габович, С.С.Познанский, Г.Х.Шахбазян.* Гигиена. — Киев.: 1984.
15. *А.В. Гостюшина, СИ. Шубина.* Азбука выживания. — М.: 1995.
16. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» (постатейный комментарий). — М.: 1995.
17. Основы законодательства РФ об охране труда/ Человек и труд, 1994, № 5.
18. *Э.А. Нечаев, М.Н. Фаршатов.* Военная медицина и катастрофы мирного времени. М., 1994.
19. Экологические аспекты развития и размещения производительных сил. М., 1992.
20. *А.Н. Марзаев, В.М. Жаботинский.* Коммунальная гигиена. М., 1987.

21. Гигиеническое нормирование факторов производственной среды и трудового процесса. Ред. Измеров Н.Ф., М.: 1986.
22. *В.К. Навроцкий*. Гигиена труда. М., 1967.
23. Научно-методическое обеспечение государственного санитарного надзора на современном этапе. Обзорная информация. — М.: 1987.
24. *В.Н. Ягодинский*. О проблемах эпидемиологии. — М.: 1982.
25. *П.А. Золотое*. Методические указания и руководство к практическим занятиям по общей гигиене. — Ростов-на-Дону: 1971.
26. *В.М. Фролов*. Уровни функционирования физиологических систем и методы их определения. — Л.: 1972.
27. Экология и проблемы больших городов. М. 1992.
28. *И.Ф. Ливчак, Ю.В. Воронов, Е.В. Стрелков*. Охрана окружающей среды. — М.: 1995.
29. Постановление Правительства РФ № 545 от 05.08.92 г. «Об утверждении Порядка разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов».
30. Постановление Правительства РФ № 652 от 28.08. 92 г. «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».
31. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. МГФ «Знание», 1999 г.
32. *Н.И. Борчук*. Медицина экстремальных ситуаций. Минск, 1998 г.
33. *Я.С. Повзник и др.* Пожарная тактика, М. 1990 г.
34. *А.К. Бахтин*. Меры безопасности при ликвидации последствий стихийных бедствий и производственных аварий. М. 1984 г.
35. *В.П. Иванникови др.* Справочник руководителя тушения пожара. М. 1987 г.
36. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. М. 1994 г.
37. *Г.Г. Жамгоцев, М.Б. Предтеченский*. Медицинская помощь пораженным ядовитыми веществами (СДЯВ). М. 1993 г.
38. *Г.М. Миньковский, В.П. Ревин*. Характеристика терроризма и некоторые направления борьбы с ним. Журнал «Государство и право», № 8, 1997.
49. *С. Смолянин*. Средство террора — взрыв. Журнал «Солдат удачи», № 2(89), 2002.

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
РАЗДЕЛ 1. ЧЕЛОВЕК И СРЕДА ОБИТАНИЯ .....	<b>12</b>
1.1. Анатомо-физиологические механизмы безопасности и защиты человека от негативных воздействий .....	12
1.2. Основы физиологии труда .....	44
1.3. Микроклимат и комфортные условия жизнедеятельности .....	55
1.4. Освещение. Требования к системам освещения .....	71
1.5. Человек и биосфера .....	80
1.6. Антропогенное воздействие на природную среду .....	106
1.7. Региональный комплекс негативных факторов .....	130
1.8. Стихийные явления - источник естественных негативных факторов .....	140
1.9. Источники негативных факторов бытовой среды .....	145
РАЗДЕЛ 2. ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ .....	153
2.1. Классификация негативных факторов в системе «человек - среда обитания» .....	153
2.2. Принципы нормирования опасных и вредных факторов .....	156
2.3. Вредные химические вещества .....	158
2.4. Механические колебания. Воздействие на человека .....	177
2.5. Электромагнитные поля. Воздействие на человека статических электрических и постоянных магнитных полей .....	190
2.6. Электрический ток. Воздействие на человека электрического тока .....	202
2.7. Ионизирующее излучение и его действие на организм .....	206
РАЗДЕЛ 3. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	<b>212</b>
3.1. Потенциальная опасность и риск. Причины появления опасности .....	212
3.2. Методы оценки опасных ситуаций .....	215
3.3. Нормативные показатели безопасности технических систем .....	222
3.4. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов .....	231

РАЗДЕЛ 4. ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ .....	239
4.1. Классификация ЧС мирного времени, терминология, статистика .....	239
4.2. Радиационно-опасные объекты (Р00) .....	253
4.3. Химически опасные объекты .....	265
4.4. Особенности аварий и катастроф на пожаро-взрывоопасных объектах .....	274
4.5. Обеспечение безопасности процесса уничтожения запасов химического оружия .....	277
4.6. Основные принципы предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера .....	282
4.7. Краткая характеристика терроризма и некоторые аспекты обеспечения безопасности населения .....	283
4.8. Чрезвычайные ситуации военного времени .....	291
4.9. Основные принципы защиты населения при чрезвычайных ситуациях в мирное и военное время .....	301
РАЗДЕЛ 5. МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА состояний, ТРЕБУЮЩИХ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ, И МЕТОДЫ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ .....	313
5.1. Краткая медицинская характеристика ран и первая помощь при ранах .....	314
5.2. Краткая медицинская характеристика кровотечений и первая помощь при кровотечениях .....	332
5.3. Краткая медицинская характеристика переломов и первая помощь при переломах .....	345
5.4. Краткая медицинская характеристика ожогов и первая помощь при ожогах .....	355
5.5. Электротравма и первая медицинская помощь при электротравмах .....	357
5.6. Первая медицинская помощь при шоке .....	363
РАЗДЕЛ 6. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	366
6.1. Правовые, нормативно-технические и организационные основы обеспечения БЖД .....	366
6.2. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД .....	389
ЛИТЕРАТУРА .....	412

Серия  
«Высшее образование»

**Татьяна Александровна Хван,  
Петр Александрович Хван**

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Ответственный

за выпуск:	<i>Баранникова Е.</i>
Редактор:	<i>Федоров В.</i>
Корректор:	<i>Фирсов И.</i>
Художник:	<i>Лойкова И.</i>
Верстка:	<i>Патулова А.</i>

Сдано в набор 12.09.2004 г. Подписано в печать 25.09.2004 г.  
Формат 84x108 <sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская.  
Гарнитура Школьная.  
Тираж 5 000. Заказ № 484

**Издательство «Феникс»  
344082, г. Ростов-на-Дону,  
пер. Халтуринский, 80**

*Отпечатано с готовых диапозитивов в ЗАО «Книга»  
344019, г. Ростов-на-Дону, ул. Советская, 57*