

## Лекция 1. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Литература: [1, с. 5-75]*

В основной образовательной программе бакалавриата направления подготовки 190700 – Технология транспортных процессов дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) включена в базовую часть профессионального цикла.

*Безопасность жизнедеятельности – это область знаний, в которой изучаются опасности, угрожающие человеку, закономерности их проявления и способы защиты.*

Как учебная дисциплина Безопасность жизнедеятельности дает знания, навыки и умения обеспечения собственной безопасности и выживания в неблагоприятных или угрожающих условиях. Безопасность жизнедеятельности в качестве учебной дисциплины в вузах РФ была введена в 1990 г. с целью выработки идеологии безопасности, формирования безопасного мышления и поведения. Новая дисциплина объединила существовавшие ранее курсы «Охрана труда» (ОТ), «Экология» и «Гражданская оборона» (ГО). БЖД обеспечивает общую грамотность в области безопасности, является научно-методическим фундаментом для всех специальных дисциплин безопасности (безопасность труда, радиационная безопасность, электробезопасность, пожарная безопасность и др.). Дисциплина имеет комплексный, междисциплинарный характер, т.к. рассматривает социальные, медико-биологические, экологические, технологические, правовые и международные аспекты. Теоретическую основу БЖД составляют достижения таких наук о человеке и его деятельности, как физиология труда, психология, социология труда, инженерная психология, охрана труда, экология, эргономика, экономика, юриспруденция и многих других.

Изучение БЖД позволяет: во-первых, систематизировать научное знание обо всех потенциальных опасностях; во-вторых, расширить представления о реакциях организма человека на воздействие негативных факторов окружающей среды с учетом его физиологических и психологических особенностей; в-третьих, овладеть знаниями и практическими навыками защиты человека и среды обитания от негативных воздействий. Одной из основных задач дисциплины можно считать обеспечение с научных позиций комфортных условий трудовой, а также любой иной деятельности человека, профилактику производственного и бытового травматизма.

*Целью освоения дисциплины является формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.*

БЖД изучает среду обитания человека, т.е. условия его существования.

**Среда обитания** – непосредственное окружение организма в данный момент (совокупность физических, химических, биологических, социальных факторов), оказывающее прямое или косвенное воздействие на сам организм или его потомство.

Среда обитания является частью *окружающей среды*, которая включает компоненты природной среды (атмосфера, гидросфера, литосфера, недра и др.); природные объекты (экосистемы, ландшафты и т.п.); природно-антропогенные объекты (пруды, сады и т.п.); антропогенные объекты (постройки, дороги, технические средства, произведения искусства и др.).

С позиций Безопасности жизнедеятельности интерес представляют такие компоненты окружающей среды, как гомосфера и ноксосфера.

**Гомосфера<sup>1</sup>** – пространство, где находится человек в процессе конкретной деятельности.

**Ноксосфера<sup>2</sup>** – пространство, в котором проявляются опасности, т.е. постоянно или периодически существует опасный или вредный фактор.

Одним из центральных понятий во всех дисциплинах безопасности является понятие опасности.

**Опасность** - явление, процесс, объект, свойства предметов, способные в определенных условиях причинить ущерб здоровью человека.

Источниками опасностей могут быть естественные природные процессы и явления, техногенная среда и действия людей. Многообразие опасностей, источников их возникновения, последствий воздействия привели к необходимости систематизировать их по ряду признаков с целью более глубокого познания природы опасностей, организации научного знания о них.

В частности, в учебной литературе можно встретить следующие классификации опасностей:

- по происхождению – природные, техногенные, антропогенные, экологические, социальные и биологические;
- по характеру воздействия на человека – механические, физические, химические, биологические и психофизиологические;
- по времени проявления отрицательных последствий – импульсивные и кумулятивные;
- по месту проявления – связанные с литосферой (подземные), гидросферой, атмосферой и космосом;
- по наносимому ущербу – вызывающие социальный, технический, экологический и экономический ущерб;
- по сфере проявления – возникающие в бытовой, дорожно-транспортной, производственной, военной и других средах.

---

<sup>1</sup> homo (лат.) - человек

<sup>2</sup> nox (лат.) - опасность

Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа. В некоторых учебных изданиях встречается деление опасностей на активные и пассивные, простые и производные, вероятные и маловероятные, стихийные и преднамеренные и т.д. В целом следует отметить, что в настоящее время систематизация опасностей продолжается, поскольку сама теория безопасности, в рамках которой рассматриваются все потенциальные опасности, находится в стадии активного развития.

Поскольку опасности по своей природе вероятностны (т.е. случайны), потенциальны (т.е. скрыты), перманентны (т.е. постоянны, непрерывны) и тотальны (т.е. всеобщие, всеобъемлющие), а также вследствие роста числа опасностей и увеличения вероятности их воздействия на человека была сформулирована *аксиома о потенциальной опасности*:

### **любая деятельность человека потенциально опасна**

Другими словами, не существует абсолютно безопасного вида деятельности, невозможно создать абсолютно безопасную технику или технологический процесс, спрогнозировать всякое опасное природное явление. Опасности могут быть реализованы в виде заболеваний, физических увечий, психических травм, летального исхода. Подобный подход стал возможен после пересмотра научным сообществом в конце XX в. так называемой *концепции абсолютной безопасности* (или концепции нулевого риска) и переходом к *концепции относительной безопасности* (приемлемого риска).

Понятие «риск» - наиболее часто используемая количественная характеристика реализации опасности. Показатели рисков в качестве единого индекса вреда при оценке действия на человека различных негативных факторов применяются как для определения состояния условий труда, экономического ущерба, так и для формирования системы социальной политики государства (обеспечение компенсаций, льгот и др.).

***Риск** - это ожидаемая частота или вероятность реализации опасности, функция вероятности наступления события и возможного ущерба от него.*

В настоящее время не существует единой формулы для определения риска, общий подход к оценке риска может быть выражен следующим образом:

$$\{\mathbf{Риск}\} = \{\mathbf{вероятность\ события}\} \times \{\mathbf{ущерб\ от\ события}\} \quad (1.1)$$

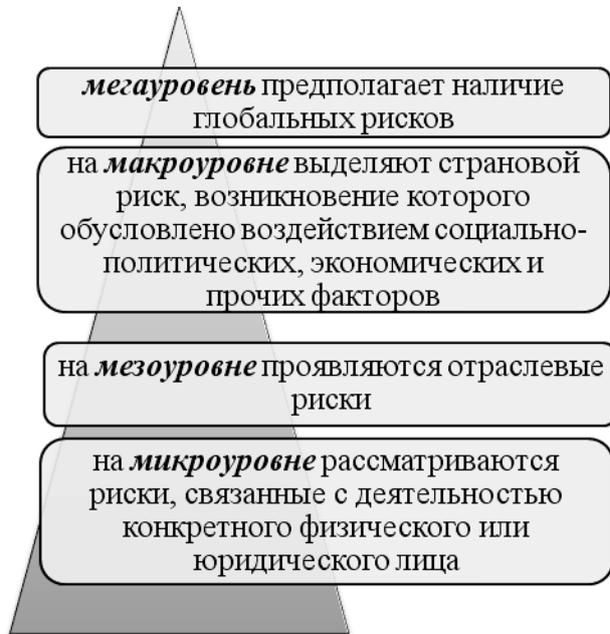
Чаще всего риск определяется как частота или вероятность возникновения события. Он может быть рассчитан на основании статистической информации:

$$R = \frac{N(t)}{Q(t)}, \quad (1.2)$$

где  $N(t)$  - число нежелательных событий за время  $t$ ;

$Q(t)$  - общее число событий за время  $t$ .

Например, риск смертности в результате удара молнии  $R=6 \cdot 10^{-7}$ /год; вследствие техногенной аварии  $R=10^{-6}-10^{-8}$ /год; риск гибели на производстве в результате несчастного случая или профессионального заболевания  $R=10^{-4}-10^{-2}$ /год. В научной литературе упоминается более 200 видов рисков [4, с. 97-100]. Многоуровневый характер современных рисков представлен на мега-, макро-, мезо- и микроуровнях (рис. 1.1). Единая классификация рисков к настоящему времени не разработана, но предпринимаются попытки систематизировать



**Рис.1.1. Многоуровневый характер современных рисков**

риски по различным типологическим признакам. Например, по степени влияния на жизнедеятельность человека различают следующие виды риска: пренебрежимый; приемлемый; чрезмерный; по объекту рассматривают риски: индивидуальный, коллективный (социальный), экономический; стратегический, экологический и др.; по местоположению источника опасности относительно объекта различают риски: внешние и внутренние; по субъекту (источнику) различают риски: природные, техногенные, социальные.

Возможна классификация рисков и по другим признакам: цели (мотивированный и немотивированный); результату (оправданный и неоправданный); соответствию реальности (действительный и мнимый). Рассматривают также риски наступления отдельных негативных событий (например, риск болезни, риск аварии, риск банкротства), которые являются мерой возможности наступления этих событий.

Восприятие обществом опасностей субъективно, гораздо болезненней люди реагируют на редкие события, сопровождающиеся большим числом единовременных жертв.

Суть концепции приемлемого риска состоит в стремлении к такому уровню безопасности, с которым общество готово мириться в данный период времени. Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. При увеличении затрат на безопасность риск, например, технический  $R_T$  снижается, но растет социально-экономический  $R_{сэ}$ . Суммарный риск имеет минимум при

определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы (рис. 1.2).

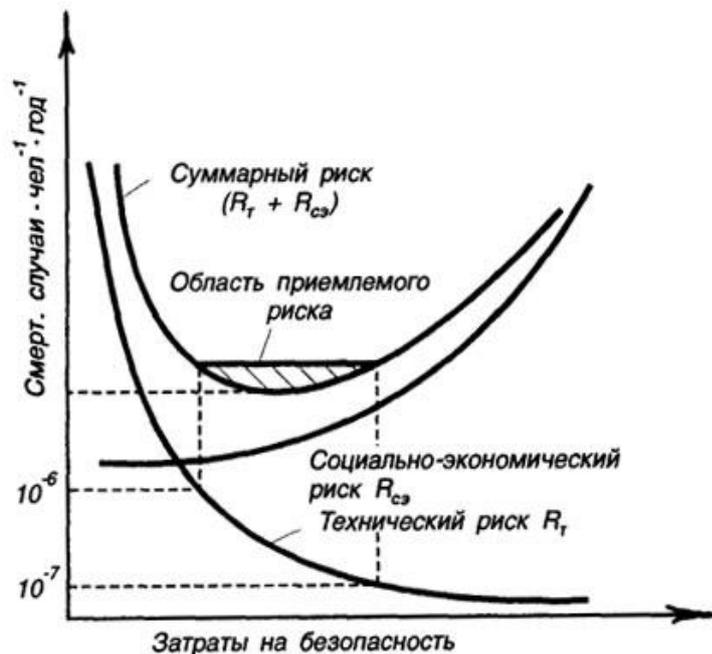


Рис. 1.2. Приемлемый риск [2, с.14]

В некоторых странах, например в Голландии, приемлемые риски установлены в законодательном порядке. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается  $10^{-6}$ /год. Пренебрежительно малым считается индивидуальный риск гибели  $10^{-8}$ /год.

Анализ риска (риск-анализ) - процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц, групп населения, объектов, окружающей природной среды и других объектов

рассмотрения. *Идентификация* - процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности. Идентифицировать опасность - это значит установить возможные причины ее появления, выявить вероятность их проявления, пространственную локализацию, возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретной задачи. *Оценка риска* состоит в его количественном измерении, т.е. определении возможных последствий его реализации для различных групп населения и организаций. Оценка риска является важным инструментом для принятия обоснованных решений по созданию системы безопасности общества. Целью оценки является взвешивание риска в интересах выработки решений, направленных на его снижение. Оценка риска включает: оценку вероятностей неблагоприятных событий, определение структуры возможного ущерба, построение законов распределения ущербов. *Управление риском* - разработка рекомендаций по уменьшению уровня риска в случае, если степень риска выше приемлемой. Для этого выполняются: прогноз рисков, выявление влияющих факторов, выбор оптимального варианта снижения рисков.

В качестве одной из методологических основ БЖД используется *системный подход*<sup>3</sup>, в соответствии с которым любой сложноорганизованный

<sup>3</sup> σύνθετα (греч.) - целое, состоящее из частей, соединение

объект изучается как целое, состоящее из отдельных элементов, объединенных некоторой формой регулярных взаимодействий. При этом у системы как целого возникают новые свойства и характеристики, отличные от свойств составляющих ее элементов. Системам присущи некоторые общие свойства:

- наличие структуры (организации) – формы, связей, взаимодействий;
- разнообразие – система не может состоять из идентичных элементов;
- способность к моделированию – любая система может быть представлена в виде модели (подобия, образа), схемы, формулы, макета и др.;
- эмерджентность<sup>4</sup> – возникновение в системе новых свойств, отличающихся от свойств отдельных элементов (не равных их сумме);
- способность к самосохранению (устойчивость);
- способность к эволюции (развитию), наличие периодов развития и кризисов (катастроф).

Дисциплина Безопасность жизнедеятельности исследует *систему «Человек – Среда обитания»*. Основными ее компонентами являются, во-первых, Человек, который рассматривается как биосоциальный элемент, во-вторых, Среда обитания, которая может изменяться в зависимости от местоположения человека в пространстве, рода его деятельности и т.д. Между этими основными элементами системы осуществляются постоянные взаимосвязи, которые принято разделять на три основных потока: потоки вещества, потоки энергии и потоки информации.

Вопросы функциональных возможностей человека в процессе деятельности с целью повышения ее эффективности и обеспечения комфорта рассматриваются в рамках таких научных направлений как эргономика и инженерная психология. *Эргономика* – научная дисциплина, комплексно изучающая закономерности взаимодействия человека с техническими средствами, предметом деятельности и средой, практическими задачами которой является повышение эффективности деятельности безопасности и экологичности производства. *Инженерная психология* как отрасль психологии изучает объективные закономерности взаимодействия человека и техники с целью использования их для проектирования и эксплуатации сложных систем «человек-машина».

Система, в которую человек включается в процессе труда, называется *эргатической системой*<sup>5</sup> (ЭС). Схематично эргатическую систему можно представить в виде двух подсистем (рис. 1.3). Современная эргатическая система – это, во-первых, *человеко-машинная система*, т.е. требующая учета человеческого фактора, выделения аспектов, связанных с присутствием человека; а во-вторых, как правило, она полиэргатическая, поскольку включает в себя различные ЭС и может быть транспортной, информационной и т.п.

<sup>4</sup> emergent (англ.) - внезапный, непредвиденный

<sup>5</sup> ἔργον (греч.) - работа

Если исходить из той роли, которую выполняет человек либо машина в системе, можно выделить четыре уровня организации человеко-машинной системы:

1. Человек обеспечивает как энергетическую, так и управляющую функции системы. Примерами служат любые формы ручного труда.

2. Человек осуществляет управляющую функцию, а энергетическая функция поручается машине. Это формы механизированного труда.

Например, человек, управляющий экскаватором, прессом и др.

3. Машина обеспечивает энергетическую и информационную функции, а человек - управляющую. Это производства с применением средств отображения и органов управления.

4. Машина обеспечивает энергетическую, информационную и управляющую функции, человек контролирует ее работу. Пример этого уровня - автоматизированные технологические процессы, управляемые компьютерами.

При проектировании систем "человек-машина" высокого уровня существуют два противоположных подхода. Первый состоит в том, чтобы полностью исключить человека из системы, что позволит уменьшить возможность человеческой ошибки, повысить надежность системы, понизить эксплуатационные расходы. Другой подход состоит в максимально возможном включении человека-оператора в систему для поддержания её в рабочем состоянии в случае отказа машины. Во всех случаях человек в ЭС несет конечную ответственность за распознавание, интерпретацию, устранение или компенсацию недостатков, ошибок и неисправностей в работе оборудования.

Критериями безопасности, комфортности и экологичности среды обитания являются показатели, регламентирующие воздействие на человека ее факторов.

*Обобщающим (интегральным) критерием безопасности жизнедеятельности является здоровье человека, продолжительность его жизни.*

### Контрольные вопросы к лекции 1

1. С какой целью и когда в вузах России была введена дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»?
2. Что понимается под жизнедеятельностью человека?
3. Чем отличаются понятия «окружающая среда» и «среда обитания»?



*Рис. 1.3. Схема эргатической системы*

4. Приведите примеры компонентов среды обитания.
5. Что понимается под безопасностью (опасностью) человека в среде обитания?
6. Перечислите основные потоки между компонентами в системе «человек – среда обитания».
7. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности процесса жизнедеятельности.
8. Почему мировое сообщество отказалось от концепции абсолютной безопасности (нулевого риска)?
9. Что такое приемлемый риск?
10. Что является интегральным критерием безопасности жизнедеятельности?

## **Лекция 2. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ТРУДА.** **НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

*Литература: [1, с. 92-105, с. 41-74; 2, ч. 1., с. 10-13; с. 16-33]*

В рамках физиологии труда исследуются функциональные изменения, происходящие в организме при различных видах деятельности.

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

Деятельность человека может быть самой разнообразной. Вместе с тем, в соответствии с принятой физиологической классификацией в настоящее время различают следующие формы труда:

- формы труда, требующие значительной мышечной энергии;
- механизированные формы труда;
- формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством;
- групповые формы труда (конвейер);
- формы труда, связанные с дистанционным управлением;
- формы интеллектуального (умственного труда).

Разнообразные формы трудовой деятельности принято разделять на *физический* и *умственный труд*, следует отметить, что это разделение с физиологической точки зрения условно. Мышечная деятельность невозможна без участия центральной нервной системы, регулирующей и координирующей все процессы в организме. В то же время нет такой умственной работы, которая не сопровождалась бы мышечной деятельностью. Физический труд характеризуется значительной мышечной активностью, нагрузкой на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую, дыхательную и прочие системы, высокими энергозатратами организма. Умственный (интеллектуальный) труд

характеризуется, как правило, необходимостью переработки большого объема разнородной информации с мобилизацией памяти, внимания, частотой стрессовых ситуаций. Основной характеристикой физического труда принято считать тяжесть труда.

**Тяжесть труда** - характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 в зависимости от общих энергозатрат организма работы подразделяются на категории по степени тяжести (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Категории работ по степени тяжести**

<b>Категория работ</b>	<b>Характеристика</b>
Легкие физические работы (категория I)	Виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт). <i>Примечание.</i> Легкие физические работы разделяются на категорию Ia - энергозатраты до 120 ккал/ч (139 Вт) и категорию Ib - энергозатраты 121-150 ккал/ч (140-174 Вт). Ia - работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением; Ib - работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.
Средней тяжести физические работы (категория II)	Виды деятельности с расходом энергии в пределах 151-250 ккал/ч (175-290 Вт). <i>Примечание.</i> Средней тяжести физические работы разделяют на категорию IIa - энергозатраты от 151 до 200 ккал/ч (175-232 Вт) и категорию IIб - энергозатраты от 201 до 250 ккал/ч (233-290 Вт). IIa - работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения; IIб - работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.
Тяжелые физические работы (категория III)	Виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (290 Вт). <i>Примечание.</i> К категории III относятся работы, связанные с постоянными перемещениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

О напряженности труда чаще говорят, имея в виду интеллектуальные виды деятельности.

**Напряженность труда** - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

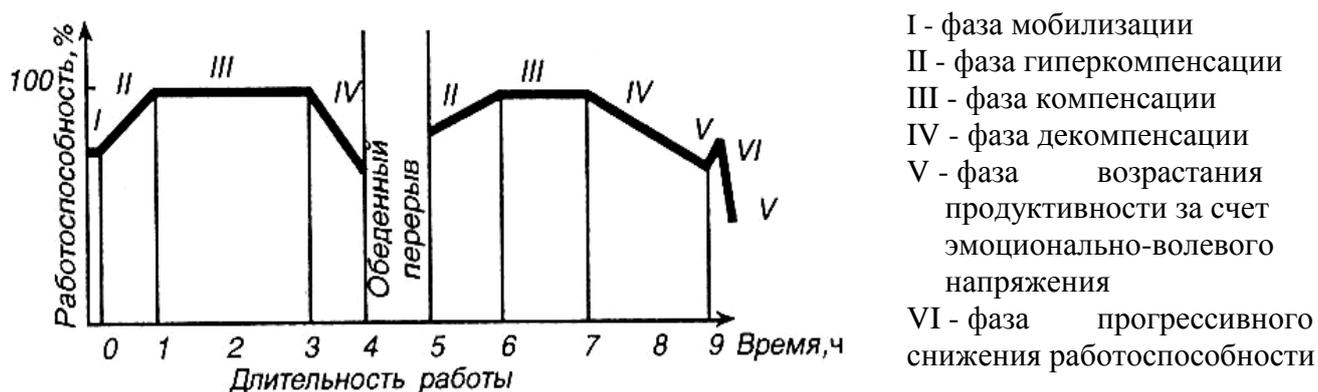
К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы. Напряженность труда зависит от тяжести труда, а также от индивидуальных особенностей человека. Исследования показали, что труд одинаковой тяжести может вызвать у разных людей разную степень напряженности.

В ходе трудового процесса активизируются различные физиологические системы. Например, при интенсивных физических усилиях активизируются мышечная система, система кровообращения и дыхания, возрастает уровень обменных процессов, происходят биохимические изменения в крови. Значительные умственные напряжения могут повлечь замедление пульса, повышение кровяного давления, учащение дыхания, изменения функций кровеносной и дыхательной систем. Физиологические изменения в организме сказываются на самочувствии человека.

Возможности организма человека в ходе трудового процесса выдерживать физические и эмоциональные нагрузки ограничены.

*Потенциальная возможность организма человека выполнять в течение заданного времени работу определенного объема и качества называется работоспособность.*

Работоспособность человека зависит от трех основных и равнозначных факторов: приспособленности физиологических функций к трудовой деятельности; эмоционального состояния человека и условий труда. Работоспособность - величина непостоянная, она изменяется в зависимости от продолжительности рабочего дня, недели, времени суток, сезона года (рис 2.1).



*Рис. 2.1. Динамика работоспособности человека в течение рабочего дня [2, с. 28]*

Снижение работоспособности в результате длительной или чрезмерной нагрузки называется *утомлением*. Пределом работоспособности является общее утомление организма, в основе которого лежат тормозные процессы в

центральной нервной системе (ЦНС). Утомление - это реакция организма, сигнализирующая о перегрузке, и тем самым защищающая от нее организм. Утомление зависит от нагрузки на системы организма человека (пищеварительную, эндокринную и проч.), работающие по суточному режиму и не поддающиеся управлению сознанием. Поэтому в ночное время повышается сонливость, ослабляются защитные функции организма. Вместе с повышением рабочей нагрузки на человека все это приводит к снижению производительности труда и качеству производимой продукции или выполняемой работы. Чрезмерные или регулярные превышения уровней рабочих нагрузок могут повлечь профессиональные заболевания и травматизм.

*Под условиями труда понимают совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.*

В соответствии с «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р 2.2.2006-05) условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные, опасные (экстремальные).

Восприятие человеком среды обитания происходит благодаря наличию *анализаторов* – сложных функциональных систем организма, предназначенных для восприятия раздражителей и их обработки в ЦНС. Анализаторы бывают *внешние и внутренние* (рис. 2.2).

Внешние анализаторы осуществляют восприятие и анализ информации о явлениях окружающей среды. Внутренние обеспечивают восприятие и анализ информации о состоянии внутренних органов, например, вестибулярный участвует в регуляции положения и движения тела в пространстве, в поддержании равновесия, мышечного тонуса; двигательный позволяет определять положение тела или его отдельных частей в пространстве, степень сокращения каждой мышцы; интероцептивный - участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма (гомеостаза).

### ***Внешние анализаторы***

зрительный  
слуховой  
вкусовой  
обонятельный  
кожный  
(тактильный)



### ***Внутренние анализаторы***

вестибулярный  
двигательный  
интероцептивный

***Рис. 2.2. Виды анализаторов человека***

Структура анализатора включает три отдела:

1. Периферический отдел – рецепторы, воспринимающие раздражение и преобразующие специфическую форму энергии в нервный импульс.

Рецепторы, предназначенные для восприятия факторов внешней среды, называются *экстерорецепторы*. Рецепторы, предназначенные для восприятия изменений внутренней среды, называются *интерорецепторы*.

2. Проводниковый отдел - нервные пути передачи импульсов в головной мозг.

3. Центральный отдел – участок коры головного мозга, преобразующий полученное раздражение в определенное ощущение.

Защита человека от опасностей среды обитания заложена природой в его организме в форме безусловных и условных *рефлексов*. Рефлекс - это активная реакция организма на раздражение рецепторов, вызываемая посредством нервной системы.

Информация, поступающая посредством анализаторов, называется сенсорной, а процесс ее приема и первичной обработки – *сенсорным восприятием*. При оценке допустимости воздействия вредных факторов на организм человека исходят из психофизиологического закона субъективной количественной оценки раздражителя Вебера – Фехнера:

**Величина ощущения изменяется пропорционально логарифму силы раздражителя**

$$I = a_1 \cdot \lg(I_p / I_0) + a_2, \quad (2.1)$$

где  $I$  – интенсивность ощущения, дБ;

$I_p$  – уровень раздражителя;

$I_0$  – пороговый ощутимый уровень раздражителя;

$a_1, a_2$  – коэффициенты конкретной сенсорной системы.

С позиций эргономики и инженерной психологии (см. лекцию 1) современные человеко-машинные системы состоят из многочисленных элементов: аппаратных средств, программного обеспечения, персонала и т.д. Эти компоненты взаимосвязано функционируют для выполнения конкретной задачи или достижения поставленной цели. Распределение функций в системе зависит от уровня автоматизации трудового процесса. С повышением уровня автоматизации характер деятельности оператора становится все в большей степени контролирующим по своей природе. Человек проверяет, наблюдает, оценивает выполнение системных функций аппаратными и программными средствами, регулирует и координирует их работу.

На уровне механизации человек непосредственно управляет оборудованием и контролирует его параметры с помощью предъявляемой сенсорной информации, непосредственного восприятия или сочетания того и

другого. В полуавтоматическом производстве деятельность человека заключается в выполнении простых операций, они исключаются из процесса непосредственного производства изделия. Например, при обслуживании станка требуется включить двигатель, вставить деталь, вынуть готовую деталь и т.д. Подобный труд не требует высокой квалификации, он бессодержателен и монотонен. С повышением уровня автоматизации большинство функций осуществляется без вмешательства человека. Роль машинного элемента в управлении работой системы возрастает: она не только включает поддержание адекватного соотношения между параметрами, но и оптимизирует схему управления ими.

Взаимодействие человека со средой обитания может характеризоваться следующими состояниями:

1. Комфортное (оптимальное) - состояние, при котором гарантируется сохранение здоровья человека и сохранение среды обитания;

2. Допустимое – состояние, при котором ощущается дискомфорт, но не наблюдается изменений в состоянии здоровья, а в среде обитания могут возникать обратимые изменения;

3. Опасное – состояние, приводящее при длительном воздействии к возникновению заболеваний и деградации среды обитания;

4. Чрезвычайно опасное – состояние, вызывающее серьезные изменения в организме человека (вплоть до летального исхода) и среде обитания за короткий период времени.

## НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Значительную часть воздействий, которым подвергается человек в процессе своей жизнедеятельности, составляют факторы, влияние которых неблагоприятно сказывается на его здоровье, психическом состоянии, здоровье потомства. Такие факторы называют *негативными факторами среды обитания*. Согласно ГОСТ 12.0.002–80 негативные факторы делятся на две группы:

- вредные факторы, воздействие которых приводит к нарушению здоровья, снижению работоспособности;
- опасные факторы, воздействие которых приводит к травме или другому резкому ухудшению здоровья, смерти.

Деление негативных факторов на вредные и опасные условно, поскольку вредные факторы при определенных условиях могут стать опасными. Негативные факторы, как вредные, так и опасные могут иметь различные источники происхождения и соответственно являться *естественными*, источниками которых могут быть природные объекты, явления и процессы (например, вулканы, молнии, снежные лавины и т.д.); *техногенными*, источниками которых составляют техносферу (например, транспортные средства, высоковольтные линии электропередач, офисная и бытовая техника и т.д.);

*социальными*, источником которых является общество, социальные группы (например, терроризм, наркомания, конфликты на религиозной почве и др.) Техногенные и социальные негативные факторы в некоторых научных источниках объединяют в одну группу – *антропогенные*<sup>б</sup> негативные факторы, поскольку и те, и другие связаны с деятельностью человека.

Характер воздействия негативных факторов на человека может существенно различаться, поэтому выделяют факторы:

- активные - проявляющиеся благодаря заключенной в них энергии (ионизирующие излучения, вибрация и т.п.);
- активно-пассивные - проявляющиеся благодаря энергии, заключенной в самом человеке (примером могут служить опасности скользких поверхностей, работы на высоте, острых углов и плохо обработанных поверхностей оборудования и т.п.);
- пассивные - проявляющиеся опосредствованно, как например, усталостное разрушение материалов, образование накипи в сосудах и трубах, коррозия и т.п.

ГОСТ 12.0.003-74(99) классифицирует опасные и вредные производственные факторы по природе действия на четыре группы (рис. 2.3).

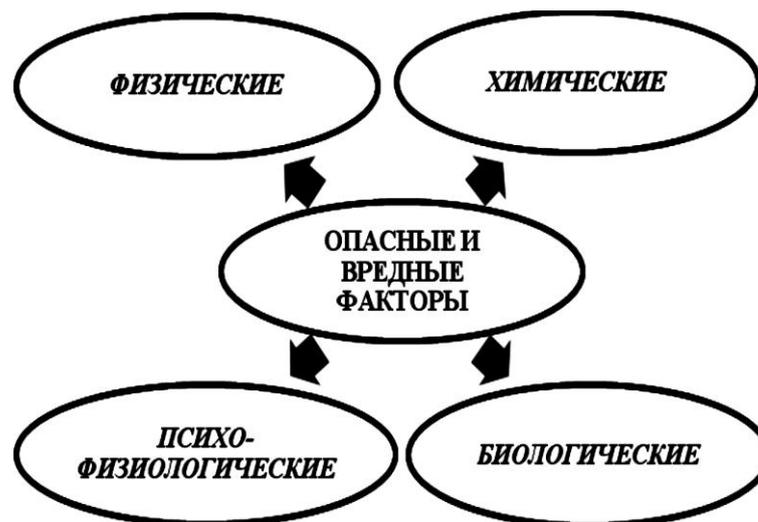


Рис. 2.3. Классификация опасных и вредных факторов

*Физические* опасные и вредные факторы:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрывающиеся горные породы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

<sup>б</sup> ἄνθρωπος (др. греч.) — человек

- повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука, инфразвуковых колебаний на рабочем месте;
- повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение; повышенная или пониженная влажность воздуха; подвижность воздуха; ионизация воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического (магнитного) поля;
- отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока;
- повышенный уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- невесомость.

*Химические* опасные и вредные факторы - это вредные вещества промышленного, бытового, сельскохозяйственного или военного назначения.

*Биологические* опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;
- гормоны;
- генетически-модифицированные организмы.

*Психофизиологические* опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки (статические и динамические);
- нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Чтобы обеспечить работникам безопасные условия труда, необходимо, во-первых, выявить наличие негативных факторов; во-вторых, оценить степень их воздействия на человека; в-третьих, определить пространственно-временные и количественные характеристики факторов; в-четвертых, применить защитные мероприятия. Первые три задачи решаются на этапе *идентификации* негативных факторов. Чтобы вредные или опасные факторы

идентифицировать, требуется не только знать способы их выявления и классификацию, но и методы оценки их вредности.

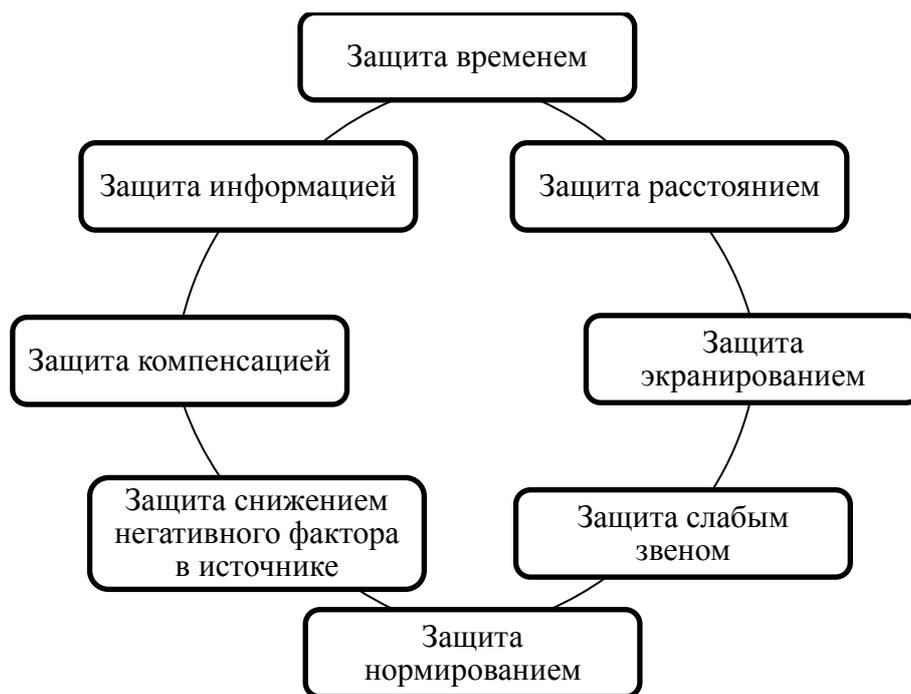
В процессе обеспечения безопасности человека в условиях производства реализуются определенные методы и способы защиты. С научной точки зрения решить эту проблему можно тремя методами:

*Метод А* состоит в пространственном и (или) временном разделении гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др.

*Метод Б* состоит в нормализации ноксосферы путем изменения опасных характеристик до приемлемых значений. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования и т.п. средствами коллективной защиты.

*Метод В* состоит в нормализации ноксосферы, т.е. в использовании средств, способствующих адаптации человека к ноксосфере, например, путем профотбора, обучения, повышения психологической устойчивости, применения средств индивидуальной защиты.

В реальных условиях реализуется комбинация названных методов. Основные способы защиты от негативных факторов представлены на рис. 2.4.



**Рис. 2.4. Основные способы защиты от негативных факторов**

- *Защита временем* заключается в сокращении времени пребывания человека под воздействием негативного фактора.
- *Защита расстоянием*, использующая тот факт, что интенсивность ряда негативных воздействий убывает с расстоянием.
- *Защита экранированием* реализуется размещением преград между источником негативного фактора и человеком.

- *Защита слабым звеном* - применение предохранителей, клапанов, мембран и т.п.

- *Защита нормированием.* Государство посредством официальных документов (стандартов, норм, правил и др.) устанавливает нормативы допустимого воздействия для каждого конкретного фактора.

- *Защита снижением негативного фактора в источнике* за счет проектирования более совершенных, экологичных технических устройств (автомобильные двигатели с низким содержанием вредных веществ в выхлопных газах, мониторы компьютеров, обладающие незначительными уровнями электромагнитного излучения и т.п.).

- *Защита компенсацией* – предоставление работникам, занятым на вредных производствах, различных льгот и компенсаций, лечебно-профилактического питания и т.д.

- *Защита информацией* осуществляется посредством установки предупреждающих знаков, надписей, ограждений, а также путем проведения инструктажей, обучения.

В БЖД в целом действует *принцип нормирования* опасных и вредных факторов, т.е. установление количественных показателей факторов окружающей среды, характеризующих безопасные уровни их влияния на здоровье и условия жизни населения или же установление диапазонов, за которые не должны выходить некоторые параметры окружающей среды. Нормативы утверждаются на основе длительных и комплексных исследований взаимоотношений организма с соответствующим фактором среды с использованием физиологических, биохимических, физико-математических и других методов.

### Контрольные вопросы к лекции 2

1. Чем характеризуется понятие «физический (умственный) труд»?
2. Что понимается под условиями труда, какие они бывают?
3. Что понимается под тяжестью труда, какие факторы определяют тяжесть труда? Как работы подразделяются на категории по степени тяжести?
4. Что понимается под напряженностью труда?
5. Что понимается под работоспособностью? Как изменяется работоспособность человека в течение суток, недели, года?
6. Что такое анализаторы организма человека? Какие анализаторы человека называются внешними (внутренними)?
7. В чем заключается роль ЦНС, рецепторов, нейронов?
8. Что такое сенсорное восприятие? Поясните закон Вебера-Фехнера.
9. Чем характеризуется комфортное (допустимое, опасное, чрезвычайно опасное) состояние человека в среде обитания?
10. Приведите примеры источников естественных (антропогенных, социальных) негативных факторов среды обитания.
11. Дайте характеристику основным способам защиты от негативных производственных факторов.

### Лекция 3. ОПАСНОСТЬ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Литература: [1, с. 414-419; 2, ч. 3. с. 89-110]

**Ионизирующее излучение** – это излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию положительных и отрицательных ионов или электронов из электрически нейтральных атомов и молекул.

Ионизирующее излучение может быть *фотонным*, представляющим собой электромагнитные волны, и *корпускулярным*, представляющим собой потоки частиц. Примерами фотонного излучения являются  $\gamma$  (гамма) - излучение, рентгеновское излучение и др. Фотонное излучение электрически нейтрально, поэтому само по себе ионизирующими свойствами не обладает. Корпускулярные излучения –  $\alpha$  (альфа),  $\beta$  (бета),  $n$  (нейтронное) и др.

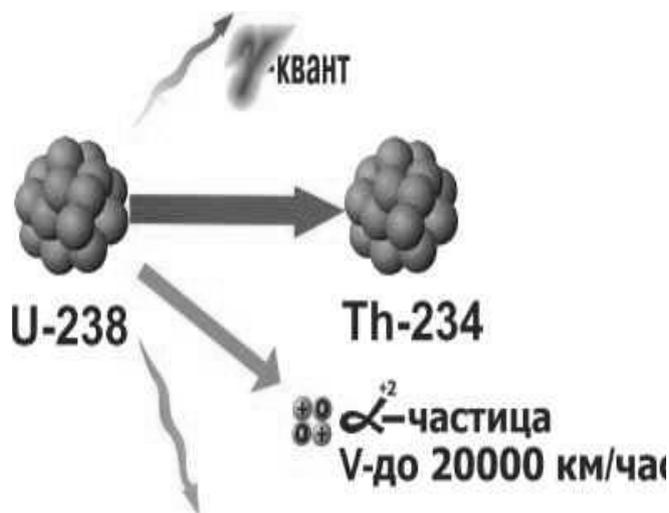


Рис. 3.1. Радиоактивность урана U-238

Ионизирующее излучение – это следствие радиоактивности, т.е. самопроизвольного превращения атомов одних элементов в другие (рис. 3.1). Различают два вида радиоактивности: естественную, наблюдающуюся у нестабильных изотопов, существующих в природе, и искусственную, наблюдающуюся у изотопов, образующихся в результате ядерных реакций. Каждый вид ионизирующего излучения обладает своей специфической ионизирующей и

проникающей способностью (табл. 3.1).

Таблица 3.1

#### **Характеристика некоторых видов ионизирующего излучения**

<b>Вид излучения</b>	<b>Природа</b>	<b>Ионизирующая способность (в 1см пробега)</b>	<b>Проникающая способность</b>
$\alpha$ - альфа	поток ядер гелия	очень высокая: 30 тыс. пар ионов	низкая: до 10 см в воздухе; 0,1 мм в воде; 0,1 мм в биоткани
$\beta$ - бета	поток электронов	невысокая: 40-150 пар ионов	умеренная: до 15 м в воздухе; 15 мм в биоткани; 0,5 мм в алюминии
$\gamma$ - гамма	ЭМИ	низкая: до 100 пар ионов	высокая: до 3 км в воздухе
$n$ нейтронное	поток нейтронов	высокая: тысячи пар ионов	высокая: до 3 м бетона

Радиация является одним из компонентов окружающей нас среды. Жизнь на Земле всегда подвергалась фоновому облучению и вряд ли смогла бы существовать в абсолютно радиационно-стерильной среде. Очевидно, естественный радиационный фон - жизненно важный фактор биосферы. Он складывается из двух составляющих: *природного радиационного фона* и *техногенного радиационного фона*.

Источники природного фона - космическое излучение и земная радиация. Влияние космического излучения зависит от географической широты и высоты над уровнем моря. На Северном и Южном полюсах облучение сильнее, чем в экваториальных областях, где влияние магнитного поля Земли больше. Если вблизи экватора доза космического излучения составляет в год 0,35 мЗв, то на широте 50° примерно 0,5 мЗв. Возрастает интенсивность космического излучения с высотой, достигая максимума на высотах 30-50 км, затем снижается и на высоте около 100 км остается постоянной. В табл. 3.2 приведены данные о мощности эквивалентной дозы космического излучения на разных высотах.

Таблица 3.2  
**Мощность эквивалентной дозы космического излучения в зависимости от высоты над уровнем моря**

Высота, км	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
0	0,035
4	0,2
6	0,51
8	1,35
10	2,88
12	4,93
14	7,56
16	9,7
18	11,64
20	12,75

Земная радиация – радиоактивные вещества, содержащиеся в земной коре, продуктах питания, воде, атмосферном воздухе, организме человека. Главными источниками земной радиации являются радиоактивные элементы, содержащиеся в горных гранитных породах и вулканических образованиях: уран U-238, торий Th-232, актиний Ac-227 и продукты их распада. Половину годовой дозы облучения от земных источников человек получает от невидимого, не имеющего вкуса и запаха тяжелого газа *радона*, главным образом, находясь в закрытом, непрветриваемом помещении. Радон поступает в дома из грунта через трещины в фундаменте, из конструкционных материалов, применяемых в строительстве, из газа и воды, используемых в быту, из наружного воздуха. Наибольшая концентрация радона наблюдается в

подвальных помещениях и на первых этажах зданий (табл. 3.3). В ваннных комнатах, где радон испаряется из горячей воды при принятии душа или ванной и вдыхается легкими, его концентрация может быть в 40 раз выше, чем в жилых комнатах.

На долю естественной радиоактивности приходится около 70% суммарной годовой дозы, получаемой человеком. Это составляет около 2 мЗв.

Накопленная в течение всей жизни человека доза за счет естественного радиационного фона, как правило, не превышает 0,1 Зв.

Техногенный радиационный фон – это ионизирующее излучение, действующее от искусственных источников, которые появились в результате антропогенной деятельности.

Техногенный радиационный фон еще называют искусственным или антропогенным радиационным фоном. Его источниками являются переработка полезных ископаемых; атомная энергетика и ядерные отходы, в том числе радиационные аварии; облучение в медицинских целях; видео-терминальная техника; испытания ядерного оружия; промышленные технологии, научное оборудование, использующее радиоактивные вещества.

На долю искусственных источников радиоактивности приходится около 30% суммарной годовой дозы, получаемой человеком. Это составляет около 0,4-1 мЗв. Вклад техногенной радиоактивности все время растет и со временем может стать определяющим.

В зависимости от расположения источника излучения различают *внешнее и внутреннее облучение* организма. Внешнее облучение происходит от источника, расположенного вне организма. Эффект от внешнего облучения определяют следующие факторы: вид ионизирующего излучения; энергия излучения; активность источника излучения; продолжительность облучения; расстояние от источника. Эффект от внутреннего облучения определяют: путь поступления радионуклида в организм; энергия излучения; активность источника излучения; продолжительность облучения; время пребывания излучателя в организме; локализация и концентрация радиоактивных веществ в отдельных органах.

Возможны три пути попадания радионуклидов в организм:

1. Ингаляционный (через органы дыхания).
2. Пероральный (с пищей и водой).
3. Кожно-резобтивный (через кожный покров).

Наибольшую опасность при внешнем облучении представляют излучения, обладающие высокой проникающей способностью ( $\gamma$ - и нейтронное излучение), при внутреннем облучении - излучения, обладающие высокой ионизирующей способностью ( $\alpha$ - и  $\beta$ - излучения).

Таблица 3.3

**Концентрация радона в различных помещениях**

<i>Тип помещения</i>	<i>Конц. радона, нКи/л</i>
Вентилируемые служебные помещения с воздушным кондиционированием	0,06-0,35
Квартиры в кирпичных домах с воздушным кондиционированием	0,01-0,19
Квартиры в деревянных домах	0,03-1,7
Кирпичные дома:	
нижние этажи	1,5-2,9
верхние этажи	0,7-1,0
Каменные дома	2,3-5,8
Дома из шлаковых панелей	4,0-8,0
Подвальные этажи с плохой вентиляцией	3,6-7,8

При одинаковых концентрациях радионуклидов внутреннее облучение во много раз опаснее, чем внешнее по следующим причинам:

- доза облучения возрастает из-за очень малого расстояния между радионуклидом и тканью;
- значительно увеличивается время облучения, которое длится столько, сколько радионуклид находится в организме. Некоторые радиоактивные вещества, такие как радий–226 и плутоний–239 из организма практически не выводятся, и облучение длится всю жизнь;
- большинство радионуклидов распределяются по тканям неравномерно, концентрируются в отдельных органах и усиливают их облучение.

Органы (ткани), наиболее подверженные действию радиоактивных веществ, называют *критическими органами*. Критические органы делят на три группы по степени убывания радиочувствительности:

1 группа – красный костный мозг, половые железы (гонады), лимфатические узлы;

2 группа – хрусталики глаз, щитовидная железа, мышечная и жировая ткани, желудочно-кишечный тракт, легкие, почки, печень;

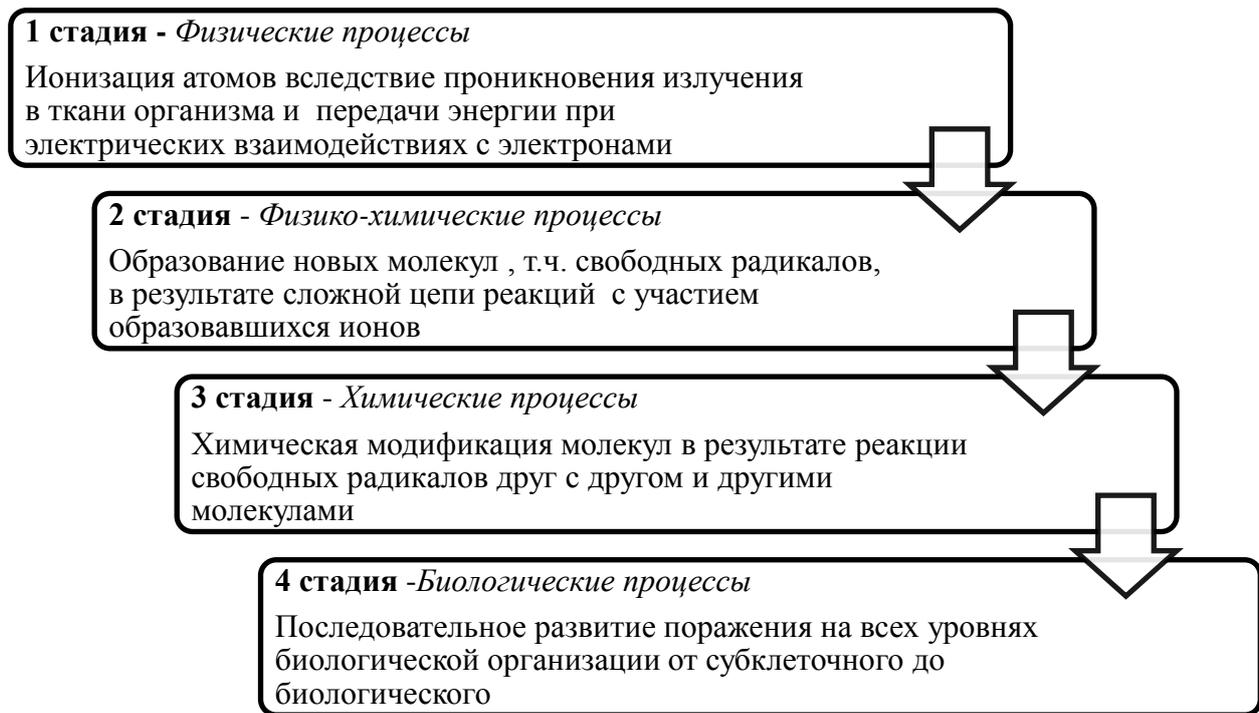
3 группа – кожный покров, костная ткань, предплечья, кисти рук, голени, стопы.

*Острым* (однократным) считается облучение, продолжительность которого не превышает 4 суток. *Хроническое* (многократное) облучение длится свыше 4 суток, при этом не имеет значения, процесс облучения происходит постоянно или дробно. Одна и та же доза, полученная при остром облучении, опаснее, чем при хроническом, поскольку здоровый организм человека вырабатывает новые клетки взамен погибших при облучении, а попавшие в организм радионуклиды выводятся из него за счет радиоактивного распада либо в результате биологических процессов выведения. Выведение происходит благодаря обмену веществ через выделительные системы организма.

Действие радиации на организм – это комплекс взаимосвязанных физических, физико-химических, химических и биологических процессов разной интенсивности и продолжительности. Во всех случаях воздействия ионизирующего излучения на живую ткань в основе первичных изменений, возникающих в клетках, лежит передача энергии электронам облучаемого вещества в результате процессов ионизации и возбуждения атомов ткани, разрыва их связи с ядрами атома и придания им начальной скорости движения.

Энергию, непосредственно передаваемую атомам и молекулам биотканей, называют прямым действием радиации. Косвенное действие радиации связано с передачей энергии не непосредственно от излучения, а от другой молекулы. Поскольку 70% массы человека составляет вода, то ионизация молекул воды связана с образованием свободных радикалов  $\text{OH}^{\cdot}$  и  $\text{H}^{\cdot}$ , отличающихся исключительно высокой химической активностью. Незначительное количество свободных радикалов организм контролирует, вырабатывая ферменты. Попадая в клетки, свободные радикалы участвуют в

процессах окисления белков и ферментов, нарушают баланс кальция и кодирование генетической информации. Образующиеся в организме токсичные вещества ослабляют работу иммунной системы, при этом снижается сопротивляемость организма. В процесс вовлекаются клетки других тканей, что приводит к нарушению их функций. В целом в механизме действия ионизирующего излучения на живой организм можно выделить четыре основных стадии: физическую, физико-химическую, химическую и биологическую (рис. 3.2):



*Рис. 3.2. Механизм биологического действия ионизирующего излучения*

Для оценки радиационного воздействия ионизирующего излучения на человека используется понятие *дозы облучения*.

**Доза облучения** – это порция энергии ионизирующего излучения, переданной излучением веществу.

Вследствие количественного и качественного многообразия биологических эффектов облучения в дозиметрии используется несколько видов доз, представленных в табл. 3.4. Сумма индивидуальных эффективных эквивалентных доз, полученных группой людей, дает коллективную эффективную эквивалентную дозу, которая измеряется в человеко-зивертах (чел-Зв).

Таблица 3.4

**Виды доз ионизирующего излучения**

<b>Вид дозы</b>	<b>Формула</b>	<b>Единицы измерения в СИ</b>	<b>Внесистемные единицы измерения</b>	<b>Соотношение единиц измерения</b>
<p>Поглощенная доза <math>D_{п}</math></p> <p>Характеризует количество энергии, переданной единице массы облучаемого вещества</p> <p>Поглощенная доза накапливается со временем.</p>	$D_{п} = dW/dm,$ <p>где <math>W</math>-энергия ионизирующего излучения  <math>m</math>-масса вещества</p>	Грей (Гр)	рад (аббревиатура от англ. radiation adsorbed dose)	1 Гр=100 рад
<p>Экспозиционная доза <math>D_{экс}</math></p> <p>Характеризует ионизационное действие фотонного излучения (<math>\gamma</math> и рентгеновского)</p>	$D_{экс} = dQ/dm,$ <p>где <math>Q</math>-энергия фотонного излучения  <math>m</math>-масса вещества</p>	Кулон/килограмм (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р
<p>Эквивалентная доза <math>D_{эkv}</math></p> <p>Характеризует биологический эффект различных ионизирующих излучений</p>	$D_{эkv} = D_{п} \cdot K_{обз}^*$ <p>где <math>D_{п}</math>- поглощенная доза  <math>K_{обз}</math>- коэффициент относительной биологической эффективности излучения</p>	Зиверт (Зв)	бэр (биологический эквивалент рада)	1 Зв=100 бэр
<p>Эффективная доза <math>D_{эфф}</math></p> <p>Характеризует возможные отдаленные последствия облучения с учетом радиочувствительности отдельных органов</p>	$D_{эфф} = \sum D_{эkvп} \cdot K_{рpn}^{**}$ <p>где <math>D_{эkvп}</math>-эквивалентная доза в органе (ткани) <math>n</math>  <math>K_{рpn}</math>-коэффициент радиационного риска органа (ткани) <math>n</math></p>	Зиверт (Зв)	бэр	1 Зв=100 бэр
* $K_{обз}$ показывает, во сколько раз данное ионизирующее излучение эффективнее поражает биологические ткани по сравнению с такой же дозой образцового рентгеновского излучения (табл. 3.5)		** $K_{рpn}$ учитывает радиочувствительность отдельных органов и тканей (табл. 3.6)		

Таблица 3.5

**Коэффициенты радиационного риска  
 $K_{pp}$  органов и тканей**

Органы, ткани	$K_{pp}$
Гонады (половые железы)	0,2
Красный костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
Желудок	0,12
Лёгкие	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Клетки костных поверхностей	0,01
Головной мозг	0,025
Остальные ткани	0,05
Организм в целом	1,0

Таблица 3.6

**Коэффициенты относительной биологической эффективности  $K_{обз}$  для различных видов излучений**

Вид излучения	$K_{обз}$
Рентгеновское и $\gamma$ -излучение	1
$\beta$ -излучение	1
Тепловые нейтроны $n$	3
Быстрые нейтроны $n$ , протоны $p$	10
$\alpha$ -излучение	20

Поглощенную и экспозиционную дозы облучений, отнесенные к единице времени, называют *мощностью дозы*:

$$\text{мощность поглощенной дозы} \quad P_{п} = dD_{п}/dt \text{ [Гр/с, рад/с]} \quad (3.1)$$

$$\text{мощность экспозиционной дозы} \quad P_{экс} = dD_{экс}/dt \text{ [А/кг, Р/ч]}, \quad (3.2)$$

где  $D_{п}$ - поглощенная доза, Гр, рад;

$D_{экс}$ - экспозиционная доза, А/кг, Р;

$t$  – продолжительность облучения, с.

Для характеристики степени радиационного загрязнения местности (помещения, оборудования, территории) используют также понятие *радиационного фона*, единицами измерения которого кроме единиц мощности дозы могут быть Зв/ч, мкЗв/ч.

Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) и Всемирного общества здравоохранения (ВОЗ) нормальным считается радиационный фон 0,1-0,2 мкЗв/ч, допустимым - уровень 0,2-0,6 мкЗв/ч. Суммарная доза, которую получает человек за год в условиях нормального радиационного фона (от всех источников - естественных и техногенных), составляет 2-3 мЗв.

На сегодняшний день наиболее полно изучены последствия острого облучения в поражающих дозах (порядка единиц Зв) и хронического облучения (в течение нескольких лет) в больших дозах (порядка десятка Зв). Однако пока

нет достаточно полного представления о биологических эффектах малых доз, т.е. доз, в 10-100 раз превышающих естественный радиационный фон.

Неблагоприятные последствия для здоровья, вызванные действием ионизирующих излучений, могут привести к следующим биологическим эффектам (рис. 3.3):



Рис. 3.3. Последствия переоблучения

*Соматическими*<sup>7</sup> называются последствия, которые проявляются у облученного лица. Соматическими последствиями являются: выпадение волос, катаракта, лучевые ожоги, радиационные поражения отдельных критических органов. Организм способен со временем преодолевать некоторые соматические последствия облучения.

Последствия облучения, которые выявляются, начиная с определенного значения дозы, называются *пороговыми (детерминированными)*. Например, помутнение хрусталика глаза, кратковременное или постоянное бесплодие. Тяжесть пороговых последствий пропорциональна полученной дозе. Большинство соматических эффектов являются пороговыми.

Последствия облучения, проявление которых не зависит от дозы облучения, а носит случайный, вероятностный характер, называются *стохастическими*. С увеличением дозы возрастает вероятность проявления того или иного стохастического эффекта. Примерами стохастических последствий являются злокачественные и доброкачественные опухоли, лейкозы, сокращение продолжительности жизни. Следует подчеркнуть, что при современном уровне профессионального облучения и облучения населения за счет радиационного фона возможны лишь стохастические эффекты. По оценкам специалистов на долю радиационного фона Земли приходится 1% мутаций человека (соматических и генных). Поэтому стохастические эффекты являются объектом пристального внимания радиационной гигиены.

*Генетическими (наследственными)* называются последствия, которые проявляются у потомства облученного лица. Это могут быть врожденные

<sup>7</sup>Σώμα (греч.) -тело

уродства, пороки сердца и другие последствия, возникающие при мутациях половых клеток. Если генетические мутации проявляются в первом поколении, их называют *доминантными*, если же они проявляются в отдаленных поколениях или не проявляются совсем – *рецессивными*. Генетические последствия являются необратимыми.

Переоблучение человека, т.е. облучение в дозах, превышающих предельно-допустимые значения, приводит к заболеванию *лучевой болезнью*. Характер облучения определяет форму лучевой болезни: острую или хроническую. Различают четыре степени лучевой болезни (табл. 3.7).

Таблица 3.7

***Степени острой лучевой болезни,  
вызванной однократным равномерным облучением***

<b><i>Степень тяжести</i></b>	<b><i>Доза, Зв</i></b>	<b><i>Симптомы</i></b>	<b><i>Ожидаемый эффект</i></b>
I Легкая	1-2	Через 2-3 нед. после облучения - слабость, утомляемость, ухудшение аппетита, расстройство сна, сухость и шелушение кожи, ломкость костей	100% облученных излечивается
II Средняя	2-4	Через 1 нед. после облучения - расстройства нервной системы, головные боли, ухудшение памяти, болезненные ощущения в области сердца, обратимое выпадение волос, подкожные кровоизлияния	80% облученных излечивается
III Тяжелая	4-6	Через несколько часов после облучения - резкая слабость, апатия, головные боли с головокружением, тошнота, рвота, кровоизлияния в слизистых оболочках, некроз десен	До 50% облученных погибает от инфекционных осложнений и кровотечений
IV Крайне тяжелая	6-10	Острое проявление симптомов III степени, язвы в местах многочисленных кровоизлияний, отсутствие сопротивляемости к инфекциям	При отсутствии лечения гибель облученных в течение 14 дней

Безопасность населения при всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного и природного происхождения регламентируется СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)". Нормы устанавливают основные пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения населения в соответствии с Федеральным законом от 9 января 1996 г. N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения". Нормы распространяются на техногенные источники при их нормальной эксплуатации и в случае аварии, на природные и медицинские источники. Нормами установлены следующие *категории облучаемых лиц*:

- персонал (группа А- лица, работающие с техногенными источниками излучения; группа Б - лица, по условиям работы находящиеся в сфере воздействия техногенных источников излучения);
- все население (включая лиц из персонала вне сферы их производственной деятельности).

Для указанных категорий облучаемых предусматриваются три класса нормативов: основные дозовые пределы (предельно допустимая доза — для категории А, предел дозы — для категории Б); допустимые уровни; контрольные уровни, устанавливаемые администрацией учреждения по согласованию с Госсанэпиднадзором на уровне ниже допустимого. Нормы устанавливают *пределы доз*, не включающие дозы от природного, медицинского облучения и радиационных аварий: эффективная доза для персонала за период трудовой деятельности (50 лет) не должна превышать 1000 мЗв; для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв.

Основные способы обеспечения радиационной безопасности:

1. Уменьшение мощности источников излучения до минимальных величин.
2. Защита временем.
3. Защита экранированием.
4. Защита расстоянием. Интенсивность излучения обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника. Это свойство используется при организации санитарно-защитных зон, в которых запрещается размещение жилых зданий, медицинских, детских учреждений и т.д.
5. Медицинская защита - применение радиопротекторов (цистамин, серотонин, метионин, бекаптан, ламбратен, мексамин и др., также витаминов и гормонов, стабильных химических элементов – аналогов радиоактивных).

### Контрольные вопросы к лекции 3

1. Ионизирующее излучение: понятие, природа происхождения, примеры.
2. Фоновое облучение человека: естественный, природный и техногенный радиационный фон, источники, значения.
3. Биологические эффекты облучения: внешнее и внутреннее, острое и хроническое облучение, последствия облучения (соматические, генетические – доминантные и рецессивные, стохастические, детерминированные).
4. Лучевая болезнь, виды, степени, симптомы, значения доз.
5. Понятие дозы излучения. Виды доз, их сравнительная характеристика, единицы измерения.
6. Что характеризует поглощенная (экспозиционная, эквивалентная, эффективная) доза радиации? Единицы измерения.
7. Понятие критических органов, группы критических органов, примеры.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): категории облучаемых лиц, дозовые пределы.

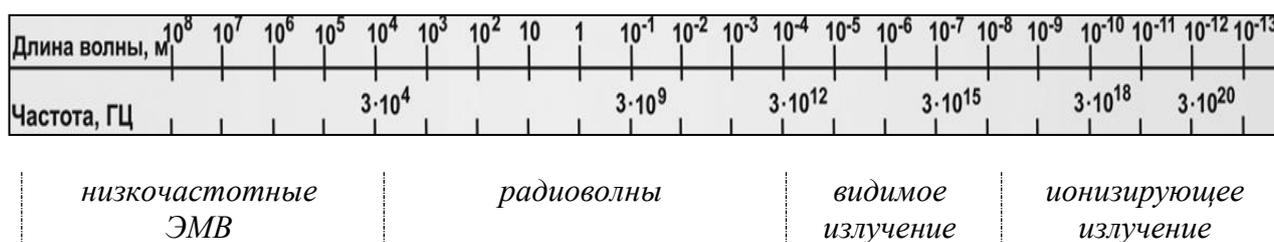
## **Лекция 4. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ**

*Литература: [1, с. 156-184; 2, ч.2. с.38-53, с.67-88; 1, с. 195-197; 2, ч.2. с.54-66]*

Все технические устройства, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, создают в окружающей среде электромагнитные поля. Влияние электромагнитных полей (ЭМП) на человека до конца не изучено. Вместе с тем актуальность данной проблемы растет, поскольку год от года увеличивается число техногенных источников ЭМП, к которым относятся все токоведущие части электроустановок, телевизионное и компьютерное оборудование, средства радиосвязи, мобильная телефонная связь и др.

*Электромагнитное поле – это особая форма материи, существующая вокруг всякой электрически заряженной частицы.*

Электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве, представляет собой электромагнитную волну. Совокупность всех электромагнитных волн образует так называемый сплошной спектр электромагнитного излучения (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Спектр электромагнитного излучения**

Основные физические характеристики ЭПМ:

$E$  [В/м] - напряженность электрического поля;

$H$  [А/м] - напряженность магнитного поля;

$I$  [Вт/м<sup>2</sup>] - интенсивность ЭМИ (плотность потока энергии –ППЭ);

$B$  [Тл] - магнитная индукция;

$f$  [Гц] - частота колебаний электромагнитной волны;

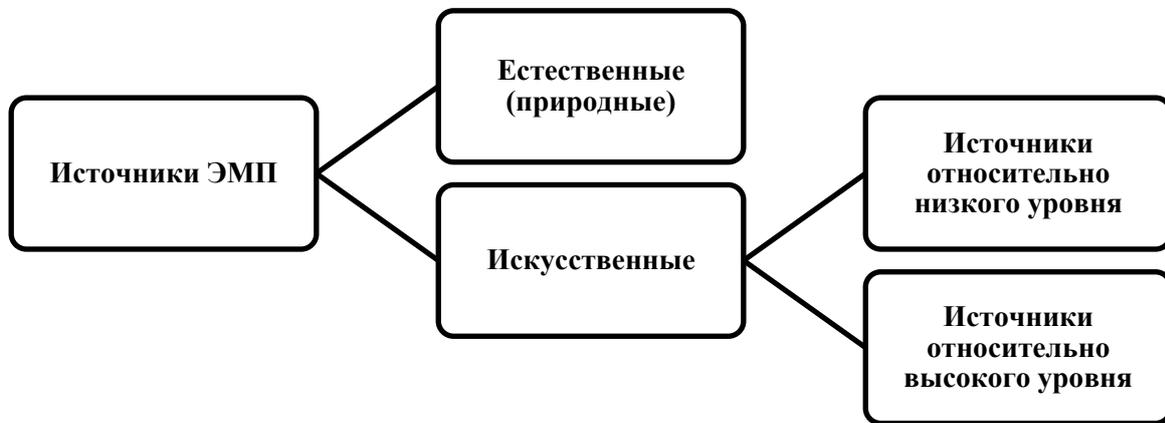
$\lambda$  [м] - длина электромагнитной волны.

Источники ЭМП могут быть естественными (природными) и искусственными (рис. 4.2).

К природным источникам ЭМП относят постоянное электрическое и постоянное магнитное поле Земли; электрические явления в атмосфере (грозы, разряды молний); радиоизлучение Солнца и звезд, космическое излучение.

К искусственным источникам ЭМП относительно низкого уровня причисляют: персональные компьютеры и видеодисплейные терминалы; игровые автоматы, детские игровые приставки; сотовые, спутниковые и

радиотелефоны, персональные радиостанции; кабельные линии; некоторое медицинское диагностическое, терапевтическое и хирургическое оборудование; систему электроснабжения зданий; бытовые электроприборы — холодильники, стиральные машины, СВЧ-печи, кондиционеры, фены, телевизоры, электрочайники, утюги и т.п.



*Рис. 4.2. Источники электромагнитных полей*

Искусственными источниками ЭМП относительно высокого уровня являются воздушные линии электропередачи; транспорт на электрической тяге (трамваи, троллейбусы, поезда метро и т.п.) и его инфраструктура; трансформаторные подстанции (ТП); лифты; телевизионные и радиовещательные станции; базовые станции систем подвижной радиосвязи.

В авиации электромагнитные поля формирует радиотехническое и радиолокационное оборудование, входящее в систему управления воздушным движением, навигацией и посадкой (УВД).

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. Эффект воздействия электромагнитных полей на человека зависит от следующих факторов:

- величины напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии;
- частоты колебаний ЭМВ;
- размера облучаемой поверхности тела;
- индивидуальных особенностей организма;
- комбинированных действий с другими факторами производственной среды.

Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволили определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и репродуктивная (рис. 4.3).

<b>Нервная система</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•слабость, раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, развитие стрессорных реакций, таких, как головные боли, постоянная усталость, резкие перемены настроения, угнетенное состояние, высыпания на коже, потеря аппетита.</li> </ul>
<b>Иммунная система</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•нарушаются процессы формирования иммунитета, чаще — в сторону их угнетения, изменение белкового обмена, изменение состава крови, образование в организме антител, направленных против собственных тканей.</li> </ul>
<b>Эндокринная система</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•стимуляция гипофиза, что приводит к увеличению количества выработки гормонов других желез — надпочечников, в том числе стрессорного гормона — адреналина, в результате чего организм хуже адаптируется к физическим факторам внешней среды (высокие температуры воздуха, недостаток кислорода и т.д.).</li> </ul>
<b>Репродуктивная система</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•чувствительность эмбриона к ЭМП значительно выше, чем чувствительность материнского организма.</li> </ul>

*Рис. 4.3. Биологическое действие электромагнитных полей*

Принято считать, что на биологические объекты действует только та часть энергии ЭМИ, которая поглощается этим объектом, а отраженная или проходящая энергия безопасна (принцип Гроттгосуса). Электромагнитные излучения воздействуют на уже имеющиеся свободные заряды, изменяя диэлектрические свойства биотканей. В электрическом поле атомы и молекулы тела человека поляризуются, полярные молекулы ориентируются по направлению распространения электромагнитного поля. Электромагнитные поля изменяют ориентацию молекулы или цепей молекул в соответствии с направлением силовых линий поля, тем самым ослабляют биохимическую активность белковых молекул, приводят к изменению структуры клеток крови, ее состава. Постоянное электрическое поле формирует ионные токи, которые протекают только по межклеточной жидкости, поскольку клеточные мембраны являются хорошими изоляторами. При частотах ЭМИ ниже 10 кГц мембраны успевают перезарядиться за счет ионов внутри и вне клеток, поскольку период электромагнитных колебаний достаточно большой. С увеличением частоты электромагнитных колебаний происходит рост удельной проводимости

вследствие уменьшения емкостного сопротивления мембран и вовлечения внутриклеточной среды в процесс образования ионных токов.

При относительно низком уровне ЭМП (менее  $1 \text{ мВт/см}^2$ , к примеру, для радиочастот выше 300 МГц) принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм. Механизмы действия ЭМП в этом случае еще мало изучены. При относительно высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей человека за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилии, хрящи и т.д.) и появления токов проводимости. Избыточная теплота отводится до известного предела с помощью механизма терморегуляции организма человека. Однако, начиная с некоторой величины, называемой тепловым порогом ( $10 \text{ мВт/см}^2$ ), организм не справляется с отводом образующейся теплоты, и происходит повышение температуры тела.

Свойства электромагнитных волн *радиочастотного* (РЧ) диапазона распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела сред широко используются в таких областях, как радиосвязь, телевидение, радиолокация, дефектоскопия. Массовое использование в последние годы мобильных телефонов также связано с усилением влияния радиочастот на организм человека. Следует отметить, что в настоящее время окончательно не решен вопрос о безопасности мобильной связи. Известно, что биологическое действие радиочастот характеризуется, главным образом, тепловым эффектом. Субъективными ощущениями являются частая головная боль, утомляемость, слабость, нарушение сна, ухудшение памяти. В тяжелых случаях отмечалось мутагенное действие и временная стерилизация.

Влияние на здоровье человека электромагнитных полей радиочастотного диапазона регламентируют СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов». Оценка воздействия ЭМП РЧ на население осуществляется:

- в диапазоне частот 30 кГц - 300 МГц - по эффективным значениям напряженности электрического поля (E), В/м;
- в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц - по средним значениям плотности потока энергии (ППЭ),  $\text{мкВт/см}^2$ .

Специфически влияют на человека ЭМП *оптического диапазона*: ультрафиолетовые, инфракрасные и видимые. Ультрафиолетовые излучения обладают бактерицидным действием, однако их воздействие на кожу в больших дозах вызывает отечность, жжение, дерматиты; на органы зрения – слезотечение, светобоязнь, поражения роговицы; на нервную систему – головные боли, тошноту, нервное возбуждение, повышение температуры и др. Инфракрасные лучи, которые генерируются любым нагретым объектом, нарушают терморегуляцию организма – острое перегревание, тепловой удар.

Для *защиты человека* от воздействия ЭМП предусматриваются следующие способы и средства:

1. Уменьшение параметров излучения в самом источнике. Достигается за счет применения согласованных нагрузок и поглотителей мощности. Так в качестве нагрузки генератора вместо открытых излучателей применяют поглотители мощности, представляющие собой коаксиальные или волноводные линии, частично заполненные поглощающими материалами (чистым графитом или в смеси с цементом, песком и резиной, пластмассами, порошковым железом, керамикой, деревом, водой и т.д.).

2. Экранирование. По физическому действию экраны бывают:

а) отражающие (из материалов с низким электрическим сопротивлением: меди, латуни, алюминия, стали). Защитное действие обусловлено тем, что экранируемое поле создает в экране токи Фуко, наводящие вторичное поле, по амплитуде почти равное, а по фазе противоположное экранируемому полю. Результирующее поле в экране быстро убывает, проникая на небольшую величину;

б) поглощающие - из плохо проводящих материалов (резина, керамика, пластмасса, дерево).

3. Установление рациональных режимов эксплуатации установок и режима работы персонала.

4. Защита расстоянием.

5. Защита временем.

6. Применение средств индивидуальной защиты.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ**

По оценкам, приведенным в различных источниках, в России все большее число пользователей персональных компьютеров (ПК) отмечают ухудшение состояния здоровья. Подобная тенденция наблюдается и в странах, уже переживших компьютерный бум. В частности, в Германии работа с применением видеотерминалов и дисплеев входит в список сорока наиболее вредных профессий. Ужесточены требования к организации рабочих мест операторов ПЭВМ в США и Швеции. Вредные и опасные факторы, оказывающие влияние на пользователей ПК в соответствии с ГОСТ 12.0.003-99 можно классифицировать следующим образом:

1. физические

- повышенный уровень электромагнитных излучений и статического электричества;
- несоответствие нормам показателей воздушной среды по запыленности, ионному составу, параметрам микроклимата;
- повышенные уровни шума на рабочем месте;
- возможное поражение электрическим током;
- недостаточная освещенность рабочего места;

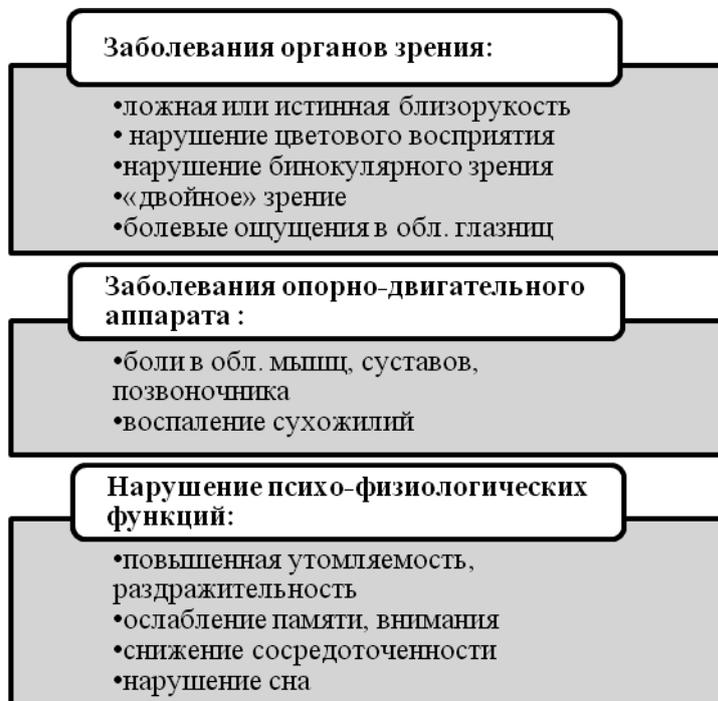
- повышенная яркость, контрастность изображения, пульсация светового потока, прямая и отраженная блескость;

2. химические - повышенное содержание в воздухе вредных веществ (углекислый газ, озон, аммиак, фенол и др.);

3. биологические - содержание в воздухе помещений патогенных микроорганизмов;

4. психофизиологические - умственное перенапряжение, информационные и эмоциональные перегрузки, монотонность труда, длительные статические нагрузки и др.

Специальная комиссия Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), обобщив накопленный материал, еще в конце 80-х годов XX в. пришла к выводу: негативные последствия для здоровья человека при интенсивной и продолжительной работе с компьютерной техникой – это объективная реальность (рис. 4.4).



*Рис. 4.4. Характерные изменения в состоянии здоровья пользователей ПК*

Появился новый термин – синдром стресса оператора дисплея (синдром компьютерного стресса), который проявляется чаще всего в виде головной боли, нарушении зрительных функций (компьютерный зрительный синдром), аллергических и астматических реакций, подавленности, депрессии, снижения сосредоточенности и работоспособности и др. Негативные проявления в состоянии здоровья у каждого конкретного человека могут различаться. На это влияют условия труда, характер выполняемой работы, исходное состояние здоровья, образ жизни работающих, регион проживания и многие другие

причины. Вместе с тем, результаты исследований, проведенных в НИИ охраны труда, выявили наиболее характерные нарушения здоровья: заболевания органов зрения – у 62-94% пользователей; заболевания опорно-двигательного аппарата – 71%; боли в области сердца, сосудистые заболевания – 32-60%; заболевания органов дыхания и пищеварения – 40%.

В России, которая переживает период массовой компьютеризации, с 1996 г. действуют нормативы, отвечающие наиболее жестким международным стандартам безопасности труда пользователей компьютерной техники. С учетом новых результатов исследований в этой области нормативы регулярно пересматриваются и дополняются. В настоящее время действует СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», который содержит санитарно-гигиенические требования по следующим вопросам:

- организация рабочего места пользователя – указаны требования к конструкции и размещению компьютерной мебели, рациональному положению пользователя относительно монитора, системного блока, клавиатуры и прочих устройств (рис. 4.5);

- помещения для размещения компьютерной техники – приведены помещения, в которых запрещено размещать персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ), даны рекомендации по размерам, отделке внутреннего интерьера, расположению окон и др.;

- эмиссионные параметры – допустимые значения параметров электромагнитных полей (ионизирующих, неионизирующих, электростатических);

- освещение рабочего места – рекомендации по использованию естественного и искусственного освещения, местного освещения, значения рекомендуемой освещенности;

- визуальные параметры дисплея – рекомендации по цвету экрана, яркости и размерам знаков, контрастности и мерцанию изображения и др.;

- воздушная среда рабочего помещения – приведены оптимальные параметры микроклимата, содержания вредных веществ, запыленности, аэроионного режима;

- шумовой режим – допустимые уровни звукового давления и уровни звука для различных производственных помещений с ПЭВМ (конструкторские бюро, теоретические и экспериментальные лаборатории, операторские, учебные аудитории и т.д.);

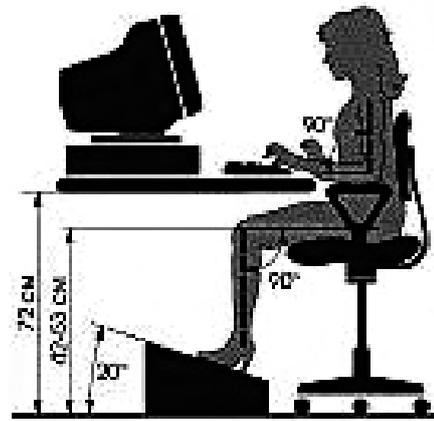


Рис. 4.5. Правильная рабочая поза[6]

• электро- и пожаробезопасность – требования к организации электросетей и обеспечению средствами электробезопасности (заземление, зануление, снижение статического электричества), оснащению средствами оповещения и пожаротушения.

Некоторые требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, направленные на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПК, приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Нормативные требования к организации работы на ПК  
(по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)**

<i>Параметр</i>	<i>Обозн.</i>	<i>Допустимое значение</i>
<b>Эмиссионные параметры</b>		
Напряженность электрического поля	E	25 В/м (5-2000 Гц) 2,5 В/м (2-400 кГц)
Напряженность магнитного поля	H	0,2 А/м (5-2000 Гц) 0,02 А/м (2-400 кГц)
Плотность магнитного потока	D	250 нТл (5-2000 Гц) 25 нТл (2-400 кГц)
Напряженность электростатич. поля	Eст	12 кВ/м
ПТЭ ультрафиолетового излучения	I <sub>y/ф</sub>	10 Вт/м <sup>2</sup>
Мощность дозы рентгеновского излучения	P	0,28 мкЗв/ч
<b>Шумовой режим</b>		
Уровень шума	L	50 дБА
<b>Освещение</b>		
Освещенность при общем освещении	E	300-500 лк
<b>Воздушная среда</b>		
Микроклимат		
температура	t	21-23 °С (хол. период) 21-25 °С (тепл. пер)
относительная влажность	φ	40-60 %
скорость движения воздуха	v	0,1-0,2 м/с
интенсивность тепл. излуч.	I	25 Вт/ м <sup>2</sup>
Аэроионный режим		
положительные ионы	n <sub>+</sub>	1500-3000 шт/см <sup>3</sup>
отрицательные ионы	n <sub>-</sub>	3000-5000 шт/см <sup>3</sup>
Запыленность		
концентрация пыли	C	1 мг/ м <sup>3</sup>

Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при наличии расчетов, обосновывающих соответствие нормам естественного освещения и безопасность их деятельности для здоровья работающих. Не допускается размещение мест пользователей ПЭВМ во всех образовательных и культурно-развлекательных учреждениях для детей и подростков в цокольных и подвальных помещениях.

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6м<sup>2</sup>, в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м<sup>2</sup>.

Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ, способной привести к оплавлению изоляции проводов, служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха, представляющие дополнительную пожарную опасность. Пожарная безопасность должна быть обеспечена системой предотвращения пожара и системой пожаротушения.

Основными способами снижения негативного влияния ПК на человека являются:

1. Защита экранированием - размещение перегородок между рабочими местами с целью снижения уровней ЭМП и шума.
2. Защита временем. Для студентов вузов максимальная продолжительность непрерывной работы за ПК не должна превышать 2-3 часа.
3. Рациональная организация режима труда и отдыха (табл. 4.2).

Таблица 4.2

### *Режим работы оператора ПК*

<i>Категория работы с ПЭВМ</i>	<i>Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ</i>			<i>Суммарное время регламентированных перерывов, мин.</i>	
	<i>группа А*, кол-во знаков</i>	<i>группа Б*, кол-во знаков</i>	<i>группа В*, ч</i>	<i>при 8-час. смене</i>	<i>при 12-час. смене</i>
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

\*группа А - работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом, группа Б - работа по выводу информации, группа В - творческая работа в режиме диалога с ПК

Бытующее мнение о полной безопасности микро-ПК (*Notebook*) не достаточно обосновано. Причиной вредного воздействия на здоровье является дизайн ноутбука, у которого экран не отделяется от клавиатуры и не позволяет пользователю расположить компьютер более удобно. Пользователи ноутбуков могут жаловаться на головные боли, боли в запястьях, пальцах, больших пальцах, шее, плечах и т.д. Расположение процессора, импульсных блоков питания в нескольких миллиметрах от пластикового корпуса создает повышенные уровни электромагнитных и тепловых полей. Кроме этого, при работе с такими компьютерами в большинстве случаев не выполняются эргономические требования по освещению, правильной рабочей позе и др., что

создает дополнительные нагрузки на опорно-двигательный аппарат и органы зрения.

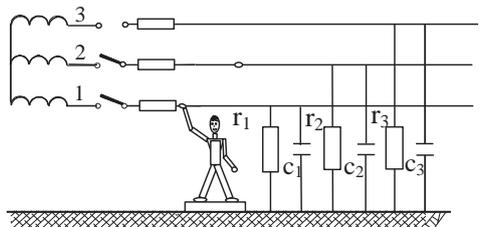
#### Контрольные вопросы к лекции 4

1. Понятие электромагнитного поля, его естественные и искусственные источники, основные физические характеристики, единицы их измерения.
2. В чем проявляется действие ЭМП на человека?
3. Методы и средства защиты от ЭМП. В чем отличие отражающих экранов от поглощающих?
4. Перечислите негативные факторы, которым подвергается пользователь ПК и наиболее характерные изменения в состоянии его здоровья.
5. Какие требования предъявляются к рациональной организации рабочего места и помещениям для размещения компьютерной техники?
6. Как обеспечивается электро- и пожарная безопасность в помещениях с ПК.
7. Вредные и опасные факторы при эксплуатации Notebook.

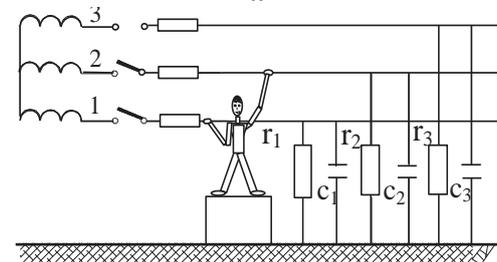
### Лекция 5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

*Литература: [1, с. 360-365]*

Поражение человека электрическим током возможно при случайном прикосновении или приближении на опасное расстояние к находящимся под высоким напряжением токоведущим частям электрооборудования; при появлении напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки; при появлении напряжения на металлических конструктивных частях электроустановок в результате повреждения изоляции или



**а**



**б**

**Рис. 5.1. Схемы включения человека в электрическую цепь:**

*а - однофазное; б - двухфазное*

других причин; при наличии шагового напряжения в результате замыкания проводника на землю. В таких ситуациях человек включается в электрическую цепь, становится ее элементом, обладающим определенным сопротивлением и пропускающим через себя ток определенной величины. Возможны две схемы включения человека в цепь: однофазное - между фазой и нулевой точкой (рис.5.1, а) и двухфазное - между двумя фазами (рис.5.1, б). Однофазное включение является менее опасным, чем двухфазное, поскольку ток через человека  $I_q$  ограничивается сопротивлением обуви и пола, а также сопротивлением изоляции фазных проводов (5.1). При двухфазном включении к человеку непосредственно

прикладывается наибольшее напряжение сети - линейное, а величина тока зависит только от сопротивления организма (5.2):

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}}} \quad (5.1)$$

$$I_{\text{ч}} = \sqrt{3} \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}}} \quad (5.2)$$

где  $U_{\phi}$ - фазное напряжение сети, В;

$R_{\text{ч}}$ - сопротивление тела человека, Ом;

$R_{\text{об}}$ - сопротивление обуви, Ом;

$R_{\text{п}}$ - сопротивление пола, Ом.

При протекании через тело человека тока недопустимых величин его общее травматическое действие связано с нагреванием тканей и внутренних органов, образованием ожогов, нарушением внутренних биологических процессов, разложением плазмы, крови, разрывом сосудов, расслоением мышечных волокон, нарушением сердечной и легочной деятельности. Электрический ток может оказывать следующие виды воздействия (рис. 5.2):



**Рис. 5.2. Виды воздействия электрического тока**

*Механическое воздействие тока* - расслоение, разрыв тканей организма, в том числе кровеносных сосудов, мышечной ткани вследствие электродинамического эффекта.

*Термическое воздействие тока* - нагрев, ожоги тканей организма.

*Электролитическое воздействие тока* проявляется в изменении физико-химического состава органических жидкостей, в том числе крови.

*Биологическое воздействие тока* проявляется в раздражении живых тканей, нарушении биоэнергетических процессов.

*Световое воздействие тока* - поражение органов зрения в результате интенсивного воздействия световой энергии, например, при электрической дуге.

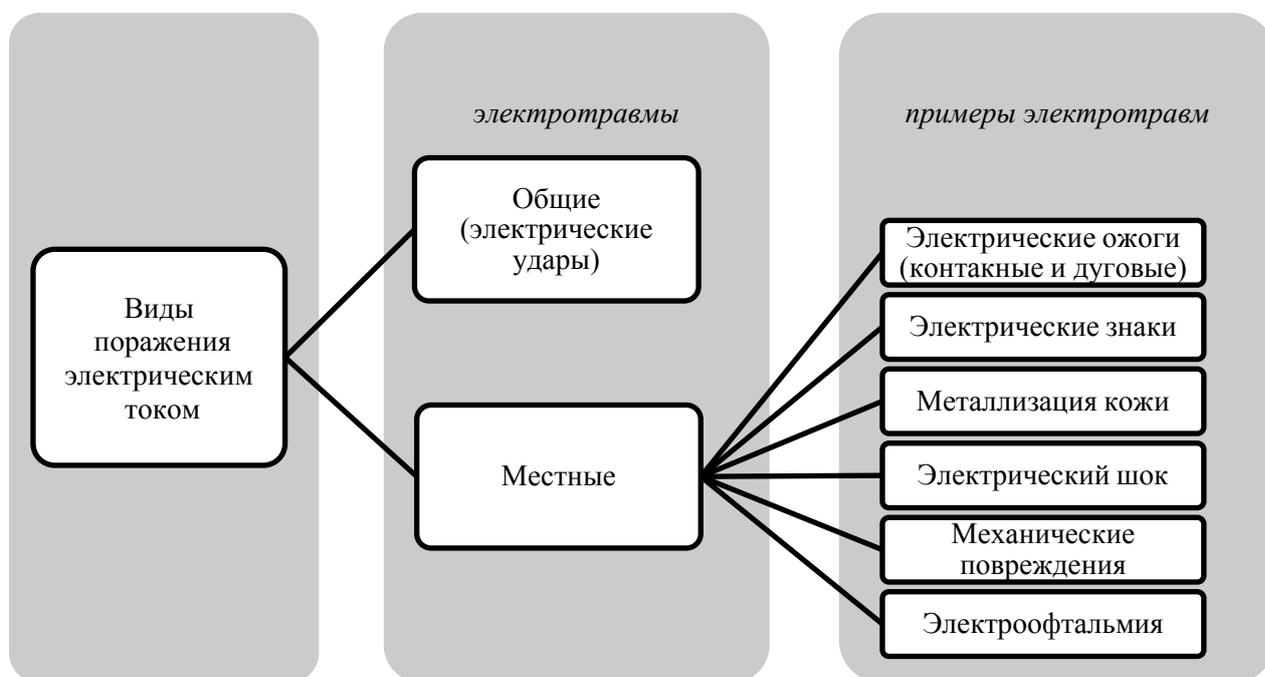
Поражения электрическим током (электротравмы) принято разделять на общие и местные (рис. 5.3).

Под общими электротравмами понимают электрический удар.

**Электрический удар** - процесс возбуждения живых тканей организма электрическим током, сопровождающийся судорожным сокращением мышц.

Различают четыре степени электрических ударов:

- электрические удары I степени – наличие судорожного сокращения мышц без потери сознания;
- электрические удары II степени – судорожные сокращения мышц, сопровождающиеся потерей сознания;
- электрические удары III степени – потеря сознания и нарушение функций сердечной деятельности или дыхания (возможно и то и другое);
- электрические удары IV степени – клиническая смерть.



**Рис. 5.3. Виды поражения электрическим током**

Местные электротравмы:

*Электрический ожог* – преобразование электрической энергии в тепловую, приводящее к поражению живых тканей. Различают четыре степени ожогов:

I степень – покраснение кожи; II степень – образование пузырей; III степень – омертвление всей толщи кожи; IV степень – обугливание тканей. При непосредственном контакте токоведущей части электроустановки с телом человека возникает *контактный* электрический ожог; при воздействии электрической дуги – *дуговой* ожог.

*Металлизация кожи* - проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги.

*Электрические знаки* - представляют собой резко очерченные пятна на поверхности тела человека, подвергшегося воздействию тока. Обычно имеют круглую или овальную форму.

*Электрический шок* - тяжёлая нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на чрезмерное раздражение электрическим током, сопровождающееся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ.

*Механические повреждения* – разрыв мышц, сосудов, кожных покровов.

*Электроофтальмия* – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения.

Исход электротравмы зависит от многих факторов, основными из которых являются:

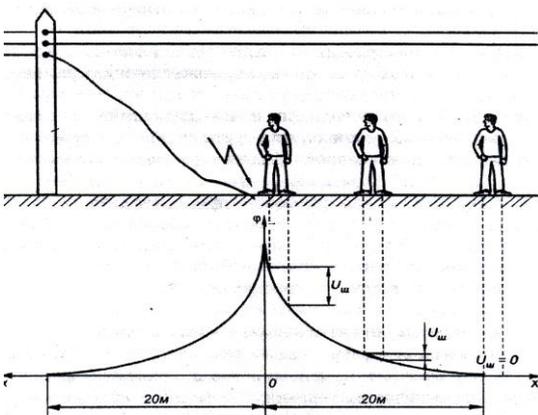
1) *Характер тока, его величина* (табл. 5.1). Переменный ток представляет более серьезную опасность для человека, чем постоянный. Однако такая тенденция наблюдается при напряжениях до 500 В.

Таблица 5.1

**Особенности воздействия электрического тока на человека**

Электрический ток	Сила переменного тока, мА	Сила постоянного тока, мА	Воздействие на человека
Ощутимый	0,6-1,5	5-7	Вызывает ощутимое покалывание кожи
Неотпускающий	10-15	50-60	Вызывает сильные непроизвольные судороги мышц, невозможно самостоятельно освободиться от источника тока
Фибрилляционный <sup>8</sup>	100	300	Вызывает судорожное сокращение сердечной мышцы, остановку дыхания

Силу тока определяет напряжение в электрической цепи. Поражение электрическим током может произойти не только при непосредственном контакте с проводником. В случае прямой утечки электроэнергии в землю, человек, находящийся в зоне растекания тока, может оказаться под напряжением шага  $U_{ш}$  (рис. 5.4).



**Рис. 5.4. Напряжение шага**

расстоянии около 20 м практически равно нулю.

**Напряжение шага** - это разность потенциалов между двумя точками электрической цепи, находящимися друг от друга на расстоянии шага (1 м), на которых одновременно стоит человек.

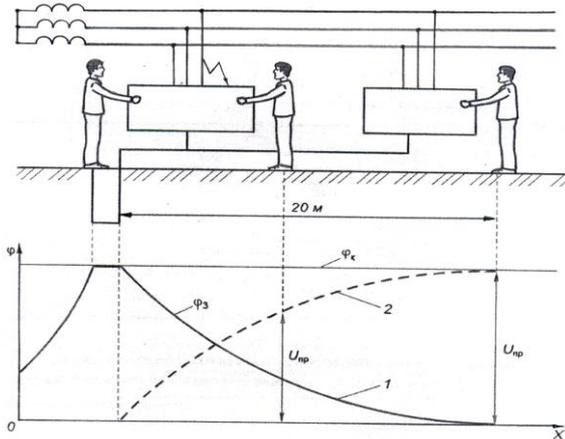
Максимальное значение  $U_{ш}$  фиксируется около точки замыкания проводника на землю, по мере удаления от которой шаговое напряжение убывает и на

<sup>8</sup>fibrillatio(латин.) - быстрые сокращения мышечных волокон

При нарушении изоляции электрооборудования возможно замыкание электрического тока на токопроводящие части его корпуса. Если человек прикоснется в такой ситуации к корпусу, он окажется под действием напряжения прикосновения  $U_{пр}$  (рис. 5.5).

**Напряжение прикосновения** - это разность потенциалов между двумя точками электрической цепи, которых одновременно касается человек.

При удалении человека от заземлителя  $U_{пр}$  возрастает. Наиболее опасным будет прикосновение, когда человек находится на расстоянии  $\geq 20$  м от заземлителя.



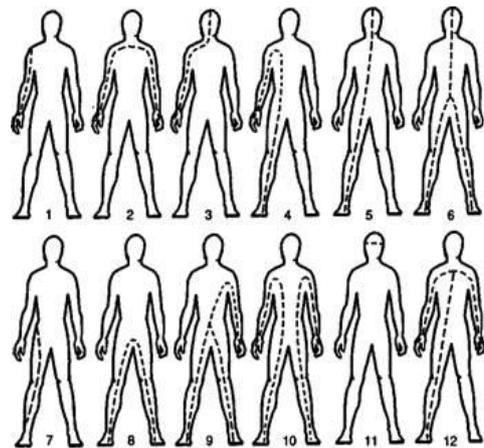
**Рис.5.5. Напряжение прикосновения**

$\phi_k$  - электрический потенциал на корпусе;  
 $\phi_z$  - электрический потенциал на земле;  
 1 - кривая распределения потенциала земли;  
 2 - кривая напряжения прикосновения

возрастает. Продолжительность фазы около 0,2с. С увеличением продолжительности растет вероятность тяжелого или смертельного исхода.

3) **Путь тока через тело человека.** Пути тока через тело человека (петли) могут быть самыми разнообразными. Наибольшую опасность представляют петли тока, проходящие через сердце, головной мозг, легкие: голова-руки, голова-ноги, рука-рука, руки-ноги (рис. 5.6: 2-6, 9,10,12).

4) **Индивидуальные свойства человека.** Определяющим исход поражения является физическое и психологическое состояние человека, влияющие на величину сопротивления тела. Повышенной восприимчивостью к электрическому току обладают лица, страдающие болезнями кожи, щитовидной железы, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции,



**Рис. 5.6. Пути тока через тело человека**

2) **Продолжительность воздействия электрического тока на организм человека.** Опасной считается продолжительность свыше 1,0 с. При длительном действии тока на организм человека более частыми могут стать совпадения интервалов времени протекания тока через сердечную мышцу с интервалами наиболее уязвимой фазы кардиоцикла, когда желудочки сердца находятся в расслабленном состоянии, а вероятность возникновения фибрилляции сердца сильно

лёгких, нервными болезнями. Утомление, расслабление или напряжение, алкоголь, снижая внимательность, не только увеличивают вероятность поражения током, но и могут усугубить его тяжесть.

5) *Условия внешней среды.* Например, такие факторы, как повышенная влажность, повышенная концентрация в воздухе углекислого газа, пониженное атмосферное давление, перегрев повышают чувствительность организма к электрическому току.

Основные средства и методы защиты от поражения электрическим током:

- *Изоляция токоведущих частей:* поверхность токоведущих элементов покрывают слоем диэлектрика, который отделяет токоведущие элементы друг от друга и ограничивает значение силы тока, протекающего через тело человека.

- *Применение малых напряжений:* до 50В для переменного тока и до 120В для постоянного тока, например, для питания светильников местного освещения, электроинструмента, некоторых бытовых приборов.

- *Защитное электрическое разделение цепей.* Протяженные, разветвленные электрические сети, имеющие значительную емкость и небольшое сопротивление изоляции фаз относительно земли, разделяют с помощью трансформаторов на ряд небольших сетей такого же напряжения, которые обладают небольшой емкостью и высоким сопротивлением изоляции.

- *Защитное заземление* – преднамеренное соединение с землей (ее эквивалентом) металлических нетоковедущих частей электроустановки,

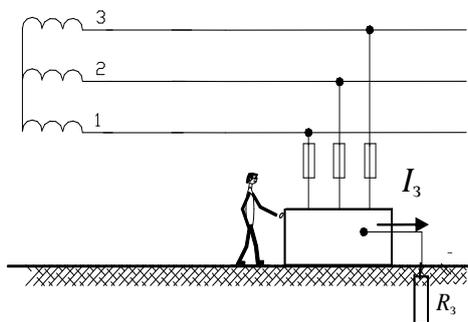


Рис. 5.7. Защитное заземление

которые могут оказаться под напряжением (рис. 5.7). Защитное заземляющее устройство состоит из заземлителей, соединенных между собой металлическими шинами, и заземляющих проводников, которыми присоединяется заземляемое оборудование. Заземление может быть контурным, т.е. заземляющие электроды расположены по контуру площадки с электро-

оборудованием, и выносным, расположенным за пределами такой площадки. Принцип действия защитного заземления – уменьшение напряжения прикосновения при замыкании на корпус за счет уменьшения потенциала корпуса электроустановки и подъема потенциала основания, на котором стоит человек до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленной установки. Напряжение на корпусе снижается до величины  $U_3$ :

$$U_3 = I_3 R_3, \quad (5.3)$$

где  $I_3$  - ток замыкания через заземлитель, А;

$R_3$  - сопротивление защитного заземления, Ом.

- *Защитное зануление* – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением (рис. 5.8). Зануление создает путь малого сопротивления для тока замыкания на корпус  $I_k$  и превращает его в ток короткого замыкания, способный вызвать быстрое перегорание плавких предохранителей или срабатывание автоматических выключателей, что влечет отключение поврежденных объектов от сети.

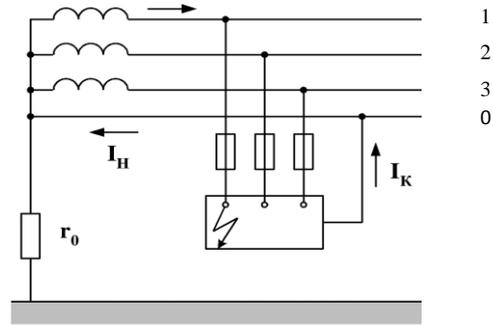


Рис. 5.8. Защитное зануление

- *Защитное отключение* – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения током. Время срабатывания оборудования не должно превышать 0,2с, таким образом реализуется защита временем. При этом в сети происходит изменение некоторых электрических

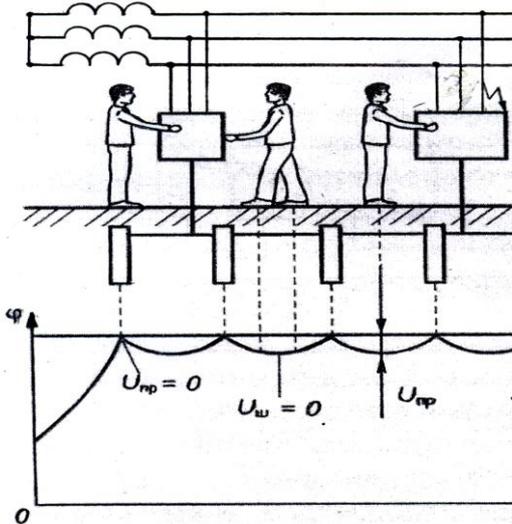


Рис. 5.9. Выравнивание потенциалов

параметров (например, напряжения корпуса относительно земли  $U_k$ ), которые могут служить импульсом, вызывающим срабатывание защитно-отключающего устройства.

- *Выравнивание потенциалов* – снижение разности потенциалов на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству (либо путем применения специальных покрытий земли) (рис. 5.9).

- *Средства индивидуальной защиты:* диэлектрические перчатки, обувь; изолирующие коврики, подставки; инструменты с изолирующими ручками.

### Контрольные вопросы к лекции 5

1. В чем проявляется механическое (термическое, электролитическое, биологическое) действие электрического тока на организм человека?
2. Что такое электрический удар (ожоги, знаки, металлизация кожи, электрошок, электроофтальмия)? Чем контактные электрические ожоги отличаются от дуговых?

3. Как влияет на тяжесть поражения электрическим током продолжительность его воздействия (характер тока, путь тока через тело человека, индивидуальные свойства человека, условия внешней среды)?
4. В чем проявляется действие ощутимого (неотпускающего, фибрилляционного) тока?
5. В сетях с  $U \leq 500$  В выше опасность поражения постоянным или переменным током?
6. Что такое зона растекания тока замыкания? Как правильно человеку следует выбираться из зоны растекания тока замыкания?
7. Что такое напряжение шага  $U_{ш}$ ? Как изменяется величина напряжения шага при удалении от точки замыкания на землю?
8. Что такое напряжение прикосновения  $U_{пр}$ ? Как изменяется величина напряжения прикосновения при удалении от точки замыкания на землю?
9. Какие факторы влияют на величину сопротивления тела человека  $R_{ч}$ ?
10. Перечислите основные способы обеспечения электробезопасности.

### **Лекция 6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

*Литература: [1, с.105-12; с. 138-156; с. 209-222; 2, ч.1., с. 33-127; 1, с.228-241; 2, ч.2, с. 4-37; 1, с. 381-413; 2, ч.3, с. 3-88]*

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Воздушная среда - необходимое условие существования жизни, играющее важную роль в обеспечении человека кислородом, удалении продуктов обмена веществ, теплообмене. По оценкам специалистов современный человек от 52 до 85% суточного времени проводит в жилых и общественных помещениях. Несомненно, качество воздуха этих помещений имеет большое значение для его здоровья, влияет на настроение и работоспособность. Известно, что наиболее благоприятен для человека по физико-химическим характеристикам чистый атмосферный воздух, однако внутри помещений состав воздуха может сильно отличаться из-за наличия химических веществ, пыли, источников тепла и влаги. При этом загрязняющие факторы могут сочетаться, дополнять друг друга, действуя комплексно и усиливая негативное влияние на организм. Человек может переносить изменения в определенных пределах факторов воздушной среды благодаря деятельности регуляционных механизмов организма. Чтобы внутренняя среда помещений не стала источником риска для здоровья, необходимо соблюдение гигиенических требований, в соответствии с которыми к основным показателям воздушной среды помещений относят:

- содержание вредных веществ

- микроклимат
- запыленность воздуха
- ионный состав воздуха.

Из десятков тысяч химических веществ, используемых в современном производстве и быту, с позиций БЖД интерес представляют те, которые при контакте с организмом человека могут вызывать отклонения в состоянии здоровья, профессиональные заболевания или производственные травмы, т.е. *вредные вещества*. Проникнуть в организм они могут через органы дыхания, пищеварения, кожный покров и слизистые оболочки.

Классифицируют вредные вещества по различным признакам (рис. 6.1).

<i>по химическому составу</i>	<i>по агрегатному состоянию</i>	<i>по классу опасности</i>	<i>по характеру воздействия на организм</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•органические</li> <li>•элементарорганические</li> <li>•неорганические</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•газы</li> <li>•пары</li> <li>•аэрозоли</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•1 кл. - чрезвычайно опасные</li> <li>•2 кл. - высокоопасные</li> <li>•3 кл. - умеренно опасные</li> <li>•4 кл. - малоопасные</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•общетоксические</li> <li>•раздражающие</li> <li>•сенсibiliзирующие</li> <li>•канцерогенные</li> <li>•мутагенные</li> <li>•влияющие на репродуктивную функцию</li> </ul>

*Рис. 6.1. Классификация вредных веществ*

*Общетоксические химические вещества* (углеводороды, спирты, анилин, сероводород, синильная кислота и ее соли, соли ртути, хлорированные углеводороды, оксид углерода) вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, нарушают структуру ферментов, влияют на кроветворные органы, взаимодействуют с гемоглобином.

*Раздражающие вещества* (хлор, аммиак, диоксид серы, туманы кислот, оксиды азота и др.) воздействуют на слизистые оболочки, верхние и глубокие дыхательные пути.

*Сенсibiliзирующие вещества* (органические красители, диметиламиноазобензол и другие антибиотики) повышают чувствительность организма к химическим веществам, а в производственных условиях приводят к аллергическим заболеваниям.

*Канцерогенные вещества* (бенз(а)пирен, асбест, ароматические амины и др.) вызывают развитие всех видов раковых заболеваний. Этот процесс может быть отдален от момента воздействия вещества на годы и даже десятилетия.

*Мутагенные вещества* (этиленамин, окись этилена, хлорированные углеводороды, соединения свинца и ртути и др.) оказывают воздействие на неполовые (соматические) клетки, входящие в состав всех органов и тканей человека, а также на половые клетки (гаметы). Воздействие мутагенных веществ на соматические клетки вызывает изменения в генотипе человека,

контактирующего с этими веществами. Они обнаруживаются в отдаленном периоде жизни и проявляются в преждевременном старении, повышении общей заболеваемости, развитии злокачественных новообразований. При воздействии на половые клетки мутагенное влияние сказывается на последующих поколениях, иногда в очень отдаленные сроки.

*Химические вещества, влияющие на репродуктивную функцию человека* (борная кислота, аммиак, ртуть, свинец, многие химические вещества в больших количествах), вызывают возникновение врожденных пороков развития и отклонений от нормальной структуры у потомства, влияют на развитие плода и на послеродовое развитие и здоровье потомства.

Основными показателями, используемыми для контроля качества воздуха в нашей стране, являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК измеряются в миллиграммах на метр кубический (мг/м<sup>3</sup>).

**Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>р.з.</sub>)** – концентрация, которая при еженедельной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч. (или другой продолжительности, но не более 41 ч. в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Класс опасности вредных веществ устанавливает ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 6.1.

Таблица 6.1

**Нормы для определения класса опасности вредных веществ**

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/ м <sup>3</sup>	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

В условиях современного производства работник, как правило, подвергается воздействию нескольких веществ одновременно. При

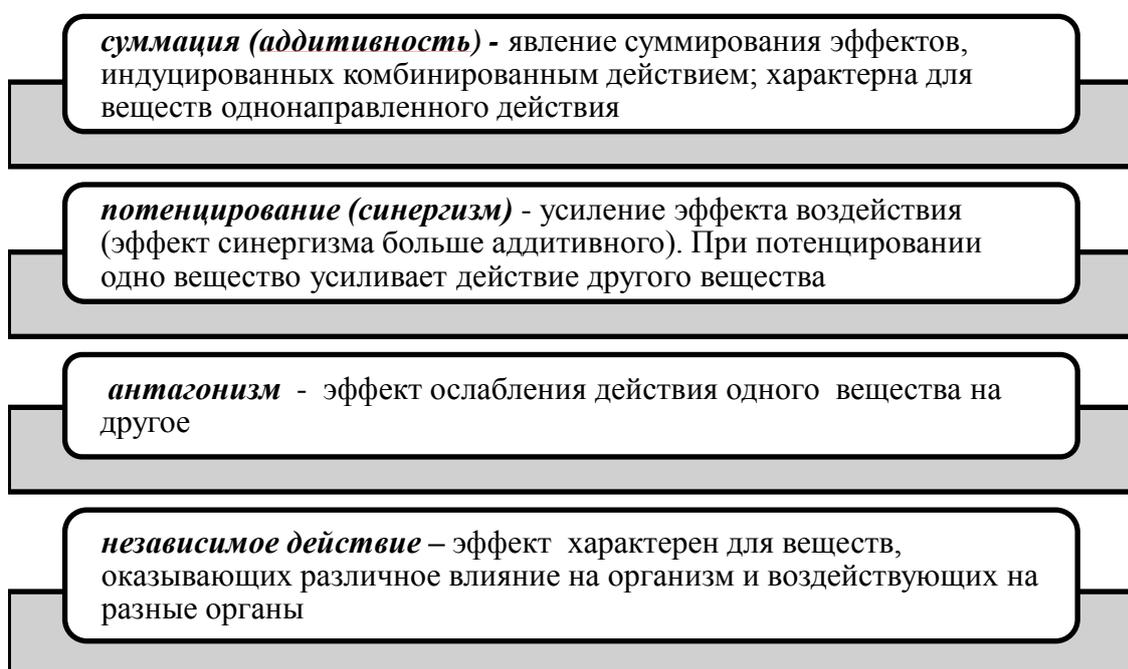
комбинированном действии нескольких вредных веществ однонаправленного действия должно выполняться условие:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad (6.1)$$

где  $C_1, C_2 \dots C_n$  - фактические концентрации каждого вредного вещества в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$ПДК_1, ПДК_2 \dots ПДК_n$  - предельно-допустимые концентрации этих веществ, мг/м<sup>3</sup>.

В ситуации комбинированного действия нескольких вредных веществ возможны различные эффекты (рис. 6.2).



**Рис. 6.2. Комбинированное действие вредных веществ**

Под *микроклиматом* понимаются метеорологические условия внутренней среды помещения, т.е. климат внутри помещения, который определяется как сочетание температуры, влажности, давления и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих предметов. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" и ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест, производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Оптимальные и допустимые показатели микроклиматических параметров приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

**Нормируемые параметры микроклимата в производственных помещениях (по ГОСТ 12.1.005–88)**

Период года*	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Легкая - I	21-24	17-26	40-60	75	0,1	0,1-0,2
	Средней тяжести - Па	18-20	15-23	40-60	75	0,2	0,3
	Средней тяжести - Пб	17-19	13-21	40-60	75	0,2	0,4
	Тяжелая - III	16-18	12-19	40-60	75	0,3	0,5
Теплый	Легкая - I	22-25	19-30	40-60	55-60	0,1-0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести - Па	21-23	17-29	40-60	65	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести - Пб	20-22	15-29	40-60	70	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая - III	18-20	13-28	40-60	75	0,4	0,2-0,6

\* холодный период года – при температуре наружного воздуха <10 °С; теплый >10 °С

Нормальное протекание физиологических функций в организме при изменении микроклиматических параметров обусловлено явлением *терморегуляции*, т.е. способностью поддерживать постоянной температуру тела (36,6°С) за счет процессов теплообразования (химической терморегуляции) и теплоотдачи (физической терморегуляции). При охлаждающем микроклимате увеличивается теплообразование, при нагревающим – теплообразование уменьшается, а теплоотдача увеличивается. Отдача тепла организмом в окружающую среду может осуществляться следующими способами:

- теплопроводность через одежду ( $Q_m$ );
- конвекция тела ( $Q_n$ );
- тепловое излучение на окружающие предметы ( $Q_{изл}$ );
- теплоотдача испарением ( $Q_{исп}$ );
- нагрев вдыхаемого воздуха и употребленной пищи ( $Q_n$ ).

Каждый микроклиматический показатель особым образом влияет на тот или иной способ теплоотдачи, усиливая или затрудняя его. В зависимости от реальных условий теплоотдача может происходить несколькими способами одновременно. В комфортных условиях в единицу времени количество вырабатываемого тепла  $Q_{тв}$  [Вт] соответствует отданному теплу  $Q_{то}$  [Вт], т.е. сохраняется *тепловой баланс*, уравнение которого имеет вид:

$$Q_{тв} = Q_{то} = Q_m + Q_k + Q_{изл} + Q_{исп} + Q_n \quad (6.2)$$

Одним из наиболее распространенных негативных факторов воздушной среды является *пыль*. Пыль, как производственная, так и бытовая - это

мелкораздробленные твердые частицы, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. Классифицируют пыль по нескольким признакам:

- По происхождению: органическая - естественная (растительная, животная), искусственная (резиновая, пластмассовая, смоляная и др.); неорганическая – минеральная (песочная, асбестовая, стекловатная, фарфоровая и др.), металлическая (чугунная, медная, алюминиевая и др.); смешанная.
- По способу образования: аэрозоли дезинтеграции (образуются при механической обработке – дроблении, размоле, полировке и т.д.); аэрозоли конденсации (образуются при термических процессах – электросварке, плавлении и др.).
- По дисперсности: видимая; микроскопическая; ультрамикроскопическая.

Токсическое действие пыли зависит от ее химической природы и концентрации в воздухе. Под влиянием пыли могут развиваться такие заболевания как пневмокониозы – воспаления легочной ткани, пневмонии, туберкулез, пылевые бронхиты, бронхиальная астма, поражения слизистой носа и носоглотки, конъюнктивиты, кожные заболевания – экземы, дерматиты, бородавки и др. Некоторые виды пыли (асбестовая, хромовая) представляют канцерогенную опасность. Основной характеристикой содержания пыли в воздухе является ее концентрация  $C$  (мг/м<sup>3</sup>).

*Ионный состав воздуха – это наличие в нем положительно и отрицательно заряженных частиц – аэроионов.*

Еще в 30-е годы XX в. исследования русского биофизика А.Л. Чижевского показали жизненно важное значение для организма отрицательно заряженного кислорода воздуха. Соответственно, чем выше положительная ионизация воздуха, тем выше содержание в нем микроорганизмов, более вредное воздействие оказывают пыль, токсичные вещества, электромагнитные поля и прочие факторы. Длительное пребывание в помещении с неблагоприятным аэроионным режимом увеличивает вероятность аллергических реакций, кожных заболеваний, заболеваний нервной и дыхательной систем, обостряются заболевания органов зрения, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, опорно-двигательного аппарата. По мнению специалистов, это связано с нарушением энергетических процессов в организме, уменьшением количества свободных электронов в крови, гипоксией (недостатком кислорода), нарушением газообмена в живых клетках.

Нормирование ионного состава воздуха помещения осуществляется по *показателю полярности ( $\Pi$ )*, т.е. отношению разности числа ионов разных знаков к их сумме в 1 см<sup>3</sup> воздуха:

$$\Pi = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-}, \quad (6.3)$$

где  $n_+$  - число ионов положительной полярности, шт.;

$n_-$  - число ионов отрицательной полярности, шт.

Нормативные величины ионизации воздушной среды приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

**Нормативные величины ионизации воздушной среды  
производственных и общественных помещений**

Уровень	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха		Показатель полярности П
	n <sub>+</sub>	n <sub>-</sub>	
Минимально необходимый	400	600	-0,2
Оптимальный	1500-3000	3000-5000	0,5 <П< 0
Максимально допустимый	50000	50000	-0,05 <П< 0,05

Для обеспечения требуемых параметров воздушной среды помещений применяют следующие технические мероприятия:

1. Вентиляция – организованный воздухообмен, заключающийся в удалении загрязненного или нагретого и подаче свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения используют различные системы вентиляции, которые можно систематизировать по отдельным признакам:

- по способу организации воздухообмена:
  - общеобменная, обеспечивающая требуемые параметры воздушной среды во всем помещении;
  - местная – в отдельной части помещения;
- по способу перемещения воздуха:
  - естественная, осуществляемая за счет разности температур воздуха внутри помещения и снаружи либо за счет ветрового напора; примерами естественной вентиляции служат проветривание, аэрация и др. Это наиболее простой в эксплуатации и экономичный тип вентиляции, однако имеющий существенные недостатки, поскольку поступающий воздух не подвергается обработке (подогрев, увлажнение, очистка от примесей и т.д.) и неэффективен в помещениях с сильно загрязненным воздухом;
  - механическая, при которой перемещение воздуха осуществляется при помощи вентиляторов;
- по способу подачи и удаления воздуха:
  - приточная, основанная на подаче чистого воздуха в помещение;
  - вытяжная, основанная на удалении загрязненного воздуха;
  - приточно-вытяжная, представляющая сочетание обоих способов.

Широкое применение нашли такие технические устройства как *воздушные души, воздушные оазисы, воздушные завесы*. Параметры воздуха, поступающего в помещение при использовании систем вентиляции, задаются ГОСТ 12.1.005 –88. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 м<sup>3</sup>/ч на человека (в помещениях с объемом до 20 м<sup>3</sup> на одного человека). При наличии вредных веществ воздухообмен определяется, исходя из снижения их концентрации до

ПДК, а при наличии тепловых избытков – из условий поддержания допустимой температуры.

2. Кондиционирование – применение специальных аппаратов, автоматически обрабатывающих подаваемый воздух в соответствии с заданными параметрами по температуре, влажности, скорости движения и чистоте воздуха. Кондиционеры могут быть местными и центральными. Активное использование в последние годы кондиционеров на производстве, в офисах, а также в быту, несомненно, оправдано, однако следует помнить о негативных последствиях для здоровья постоянного пребывания в кондиционированном воздухе.

3. Отопление - использование нагревательных приборов для поддержания требуемой температуры воздуха в помещении в холодное время года. В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

4. Ионизация - обеспечение заданной концентрации ионов определенной полярности. Аппараты ионопрофилактики дают дополнительный положительный эффект, очищая воздух помещений от мелкой пыли, табачного дыма, пыльцы растений и др., а также уничтожая вредные микроорганизмы-грибки, вирусы, споры, стафилококки, бактерии. В зависимости от технических характеристик один прибор обеспечивает требуемый аэроионный режим на площади от 10 до 80 м<sup>2</sup>.

5. Механизация и автоматизация производственных процессов позволяет изолировать человека от неблагоприятных факторов воздушной среды либо снизить трудовую нагрузку (перемещение тяжестей, передвижения, ручной труд и др.). Для этого используются системы дистанционного управления, внедряются новые технологии, сокращающие или исключаящие непосредственное присутствие человека и отводящие ему лишь контролируемую роль.

6. Герметизация и теплоизоляция оборудования заключается в экранировании источников токсичных веществ и теплового излучения, т.е. применении материалов, ограничивающих либо исключаящих воздействие на человека вредных веществ, пыли, высоких температур.

7. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) – спецодежда, обувь, рукавицы, головные уборы, маски и др. Для профилактики перегревов СИЗ изготавливают из хлопчатобумажных, суконных, штапельных тканей, от переохлаждений – из шерсти, меха, искусственных теплозащитных тканей, одежду с подогревом и т.д.

Для сокращения воздействий неблагоприятной воздушной среды применяются также организационные и лечебно-профилактические мероприятия: сокращение продолжительности рабочего дня, дополнительные перерывы, гидропроцедуры, дополнительное питание и рациональный питьевой режим, медицинские осмотры и др.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Видимый свет – это часть спектра электромагнитных излучений с длинами волн  $\lambda = 380-760$  нм. Пребывание в условиях недостаточного освещения вызывает близорукость, повышенное утомление, сонливость, сопровождается снижением интенсивности обмена веществ, ослаблением иммунитета. Избыточное освещение нарушает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, может вызвать фотоожоги глаз. Свет является мощным эмоциональным фактором. Многие функции организма, такие как дыхание, кровообращение, работа эндокринной и ферментной систем отчетливо меняют интенсивность под влиянием света.

В зависимости от источников света различают *естественное* и *искусственное освещение*, а также их сочетание – *совмещенное освещение*. С позиций физиологии естественный свет благоприятней по спектральному составу, отличается высокой диффузностью (рассеянностью), однако имеет ряд недостатков – непостоянная во времени и пространстве освещенность, зависимость от погодных условий, времени суток. Для компенсации недостаточности естественного освещения и обеспечения оптимального светового режима применяется искусственное освещение.

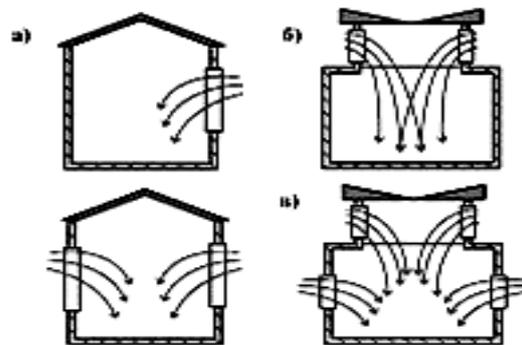
По конструктивному выполнению естественное освещение бывает:

- а) *боковое*, осуществляемое через световые проемы в стенах;
- б) *верхнее*, осуществляемое через прозрачные перекрытия и световые фонари на крыше;
- в) *комбинированное*, осуществляемое одновременно через световые проемы в стенах и перекрытиях (рис. 6.3).

Искусственное освещение может быть организовано в виде следующих *систем*: общее (равномерное, локализованное); местное (стационарное, переносное); комбинированное. Местное освещение применяется в качестве дополнительного при повышенных требованиях к освещению рабочих мест. Применение одного местного освещения не рекомендуется.

В зависимости от назначения различают следующие *виды* искусственного освещения: рабочее; аварийное (освещение безопасности, эвакуационное); охранное; дежурное.

Физические характеристики световой среды (светотехнические характеристики) можно разделить на две группы: количественные и качественные (рис. 6.4).



**Рис. 6.3. Конструктивное исполнение естественного освещения**

а) боковое; б) верхнее; в) комбинированное

Среди многообразных современных источников искусственного света в подавляющем большинстве случаев используются тепловые (*лампы накаливания*) и люминесцентные (*газоразрядные лампы*).

В первом случае за счет сильного нагрева тело начинает излучать полный спектр излучения, включающий и видимую часть, а во втором - излучением света сопровождается высвобождение внутренней энергии электронов вещества.

Лампы накаливания имеют следующие преимущества: они удобны в эксплуатации; не требуют дополнительных устройств для включения в сеть; просты в изготовлении, устойчивы к значительным колебаниям

напряжения электрической сети. Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют существенные недостатки: низкая световая отдача (для ламп общего назначения она составляет 7...20 лм/Вт); сравнительно малый срок службы (до 2,5 тыс.ч); в спектре преобладают желтые и красные лучи. Спектральный состав ламп накаливания сильно отличается от солнечного света, а это приводит к искажению цветопередачи. Поэтому их не применяют при работах, требующих различения цветов.

Преимуществами газоразрядных ламп перед лампами накаливания являются: большая световая отдача – 40...110 лм/Вт; значительный срок службы до 8...12 тыс.ч.; широкая цветовая гамма, которую можно получить подбором инертных газов и паров металлов, в атмосфере которых происходит разряд. К наиболее существенным недостаткам газоразрядных ламп следует отнести *пульсации светового потока*; необходимость подключения дополнительных пусковых устройств; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды; зависимость светового потока от срока службы; необходимость утилизации после окончания срока службы.

Пульсации приводят к возникновению *стробоскопического эффекта* – зрительной иллюзии, которая проявляется в искажении зрительного восприятия объектов различения (вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажаются направление и скорость движения). Стробоскопический эффект ведет к увеличению опасности травматизма.

При организации освещения руководствуются требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий". В основу нормирования производственного освещения положены вид (разряд)

<i>Количественные характеристики</i>	<i>Качественные характеристики</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Е (лк) –освещенность</li> <li>•I (кд) - сила света</li> <li>•Ф (лм) - световой поток</li> <li>•В (кд/м<sup>2</sup>) – яркость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• блескость</li> <li>•фон</li> <li>•фотометрический контраст</li> <li>•коэффициент пульсации освещенности и др.</li> </ul>

**Рис. 6.4. Основные светотехнические характеристики**

зрительной работы, контраст объекта и фона, яркость фона, вид и система освещения. Чем меньше размер объекта и его контраст с фоном и чем ближе его необходимо рассматривать, тем он труднее воспринимается глазом. В качестве нормируемой величины естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественного освещения (КЕО).

$$KEO = \frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100\% , \quad (6.4)$$

где  $E_{\text{в}}$  - освещенность в данной точке внутри помещения, лк;

$E_{\text{н}}$  - наружная горизонтальная освещенность, создаваемая светом полностью открытого небосвода, лк.

Для искусственного освещения устанавливают величину минимальной освещенности  $E_{\text{мин}}$  и коэффициент пульсации искусственного освещения  $K_{\text{п}}$ .

$$K_{\text{п}} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100\% , \quad (6.5)$$

где  $E_{\text{макс}}$ ,  $E_{\text{мин}}$  и  $E_{\text{ср}}$  – соответственно максимальная, минимальная и средняя освещенность за период ее колебания, лк.

Для обеспечения комфортных условий зрительной работы выполняются расчеты освещения. Для естественного освещения определяется площадь оконных проемов  $S$ , обеспечивающая минимально допустимое значение КЕО:

при боковом освещении:

$$S_{\text{о}} = \frac{S_{\text{п}} e K_{\text{з}} \eta_{\text{о}} K_{\text{зд}}}{100 \tau_{\text{о}} r_1} \quad (6.6)$$

при верхнем освещении:

$$S_{\text{ф}} = \frac{S_{\text{п}} e K_{\text{з}} \eta_{\text{ф}}}{100 \tau_{\text{о}} r_2 K_{\text{ф}}} \quad (6.7)$$

где  $S_{\text{о}}$ ,  $S_{\text{ф}}$  - площадь световых проемов (окон, фонарей), м<sup>2</sup>;

$S_{\text{п}}$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$e$  – нормированное значение КЕО;

$K_{\text{з}}$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение воздуха;

$\eta_{\text{о}}$ ,  $\eta_{\text{ф}}$  - световая характеристика (окна, фонаря);

$K_{\text{зд}}$  - коэффициент, учитывающий затенение соседними зданиями;

$\tau_{\text{о}}$  - коэффициент светопропускания материала;

$r_1$ ,  $r_2$  - коэффициенты повышения КЕО от отраженного света;

$K_{\text{ф}}$  - коэффициент, учитывающий тип фонаря.

Для расчета искусственного освещения используют метод удельной мощности, точечный метод. На практике наиболее распространён *метод светового потока* (коэффициента использования), позволяющий определить наиболее существенные параметры осветительной установки (мощность, количество светильников и др.). Световой поток лампы рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{л} = \frac{E \cdot S \cdot K_{з} \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (6.8)$$

где  $E_n$  - минимальная нормируемая освещенность, лк;

$S$  - освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$K_z$  - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильников;

$Z$  - коэффициент неравномерности освещения;

$N$  - число ламп;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

## ЗАЩИТА ОТ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ВИБРАЦИЙ

*Акустическими (звуковыми) колебаниями* называют механические колебания, возникающие в газообразных, жидких и твердых средах. Энергия от источника колебаний передается частицам среды, которые в свою очередь вовлекают в колебательный процесс соседние частицы, и таким образом происходит распространение акустических волн. Пространство, в пределах которого распространяются звуковые волны, называется звуковым полем.

Основными физическими характеристиками акустических колебаний являются: звуковое давление  $P$  [Па]; частота колебаний  $f$  [Гц]; интенсивность звука  $I$  [Вт/м<sup>2</sup>]; уровень звукового давления  $L$  [дБ].

На рис. 6.5 представлена характеристика слухового восприятия человека с нормальным слухом. Нижняя кривая соответствует порогу слышимости. Порог слышимости различен для звуков разной частоты. Верхняя кривая соответствует болевому порогу.

Под *шумом* принято понимать беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. С позиций физиологии шумом является всякий нежелательный или неприятный для восприятия звук.

Шумы классифицируются по

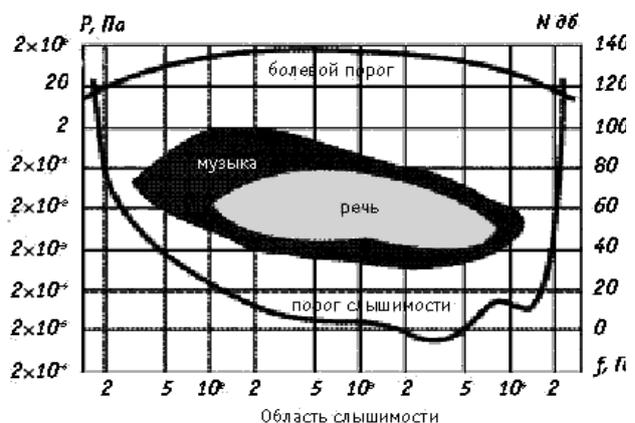


Рис. 6.5. Слуховое восприятие человека

частоте, спектральным и временным характеристикам (рис. 6.6). *Инфразвуки* – колебания, распространяющиеся в воздухе с частотой ниже 16 Гц. Инфразвук человек не слышит, однако при его воздействии нарушается функциональное состояние нервной системы, возможны перепады настроения, страдает вестибулярный аппарат («морская болезнь»), особенно опасен инфразвук с частотами 7-8 Гц из-за возможного резонансного совпадения с ритмами биотоков, колебаниями внутренних органов.



**Рис. 6.6. Классификация производственного шума**

*Слышимые звуки*–колебания с частотой 16-20000 Гц. *Ультразвуки* - колебания, распространяющиеся в воздухе с частотой свыше 20000 Гц. Ультразвуковые колебания вызывают механические эффекты (микромассаж тканей из-за колебания их частиц с высокой частотой), тепловые процессы (образование тепла в результате трения частиц тканей между собой), биологические реакции (активизация химических реакций в клетках). В результате нарушаются функции нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой систем, изменяются свойства и состав крови. При контактном действии ультразвука поражается периферическая нервная система, суставы, нарушается капиллярное кровообращение, снижается болевая чувствительность, разрушается структура костной ткани и т.д.

Широкополосным считают шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы; тональным - в спектре которого имеются выраженные дискретные тона. При постоянном шуме уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА; при непостоянном - уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБА. Непостоянный шум следует подразделять на: колеблющийся во времени, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени; прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более; импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Производственный и бытовой шум, неблагоприятно воздействуя на человека, вызывает раздражительность, головные боли, головокружение, ухудшение памяти, понижение аппетита, боли в ушах и нарушения слуха,

психические и физиологические расстройства, снижение работоспособности, создает предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и травматизма. Замечено, что в условиях повышенного шума усиливается негативное воздействие других факторов.

Выделяют следующие основные методы защиты от акустических колебаний:

- снижение шума в источнике его возникновения. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний как всего механизма, так и отдельных его деталей. Причины возникновения шума - механические, аэродинамические и электрические явления, определяемые конструктивными и технологическими особенностями оборудования, а также условиями эксплуатации;

- снижение шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин и др.;

- применение средств индивидуальной защиты - ушных вкладышей, наушников и шлемофонов. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения.

Гигиеническое нормирование уровней шума осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83\* и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» по предельному спектру шума и по уровню звука в дБА; СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения» и СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Источниками *вибрации* являются движущиеся машины и механизмы, аппараты ударного, ударно-вращательного и вращательного действия. Помимо производственной вибрации в последние годы в крупных городах возрастает проблема влияния на жителей вибрации в жилых и административных зданиях, создаваемой работающими лифтами, линиями метрополитена, автотрассами.

Вибрация характеризуется:

- амплитудой смещения  $X_m$  [мм],
- колебательной скоростью  $V_m$  [м/с],
- колебательным ускорением  $a_m$  [м/с<sup>2</sup>],
- периодом колебаний  $T$  [с];
- частотой колебаний  $f$  [Гц].

Классификацию, нормируемые параметры, предельно допустимые значения производственных вибраций, допустимые значения вибраций устанавливает Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

При действии общей вибрации страдает опорно-двигательный аппарат, вестибулярный, тактильный и зрительный анализаторы, нервная система. Возможны нарушения зрительных функций, координации движений, головокружения, изменения биохимических показателей крови и др. Локальная вибрация действует на нервные окончания, вызывает снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах, мышечные боли. Особую опасность представляют резонансные явления при совпадении частот колебаний органов человека и внешних вибрационных воздействий. Наиболее опасны вибрации с частотами 4-6 Гц и 17-30 Гц.

Эффективным средством защиты от вибрации является устранение контакта человека с вибрирующим оборудованием. Основными методами и средствами коллективной защиты от вибрации являются средства антифазной синхронизации; вибродемпфирование, виброизоляция, виброгашение.

### Контрольные вопросы к лекции 6

1. Перечислите основные показатели воздушной среды, их влияние на организм человека.
2. Микроклимат производственного помещения: определение, основные параметры, единицы измерения.
3. Понятие терморегуляции и уравнения теплового баланса. Перечислите пути отдачи тепла организмом в окружающую среду.
4. Что такое ионизация воздуха (естественная, искусственная), какими параметрами она характеризуется?
5. Вредные вещества: понятие, пути попадания в организм, классификация по токсическому эффекту и по степени воздействия на организм.
6. В чем проявляется действие на организм человека общетоксических (раздражающих, sensibilizing, канцерогенных, мутагенных) веществ?
7. Способы оздоровления воздушной среды производственных помещений. Системы вентиляции.
8. Перечислите основные светотехнические характеристики (количественные и качественные), единицы их измерения. В чем заключается расчет естественного освещения?
9. Искусственное освещение: источники, системы, виды. В чем заключается расчет искусственного освещения методом коэффициента использования? Что такое стробоскопический эффект, когда он возникает, какую опасность представляет для человека?
10. Что такое акустические колебания? В какой среде звуковая волна распространяется быстрее: в твердой, жидкой или газообразной?
11. Перечислите основные физические характеристики акустических колебаний, единицы их измерений. Перечислите основные методы защиты от акустических колебаний.
12. Что такое инфразвук (ультразвук)? Источники. В чем проявляется влияние (инфразвука, ультразвука) на организм человека?

13. Что такое вибрация? Перечислите основные физические характеристики вибрации, единицы их измерений.

14. В чем проявляется влияние вибрации на организм человека? Вибрации каких частот наиболее опасны для человека, почему? Перечислите основные методы защиты от вибрации.

## **Лекция 7. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ МИРНОГО ВРЕМЕНИ**

*Литература: [1, с. 81-85, с.420-473]*

В России, как и во всем мире, техногенные катастрофы и стихийные бедствия становятся постоянно действующими факторами, влияющими на экономику и политику. Развернувшаяся в XX в. беспрецедентная по масштабам инженерная деятельность, вызванные ею изменения природной среды резко увеличили вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного и природного характера.

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

Среди причин ЧС в России можно выделить субъективные и объективные (рис. 7.1).



**Рис. 7.1. Причины чрезвычайных ситуаций**

Растущие затраты на ликвидацию последствий ЧС, восстановление разрушенных объектов, компенсацию косвенного материального ущерба представляют серьезную угрозу экономическому развитию страны. Ущерб, причиненный окружающей среде, приблизил антропогенную нагрузку на биосферу к критическому значению, за которым возможны необратимые последствия. Сложившаяся ситуация потребовала пересмотра практических подходов к обеспечению безопасности, в связи с чем заявлено о переходе государственной политики в сфере безопасности от реагирования на ЧС к превентивным мерам на базе концепции управления природными и техногенными рисками.

Классифицируют чрезвычайные ситуации по различным признакам:

- по сфере возникновения:
  - *чрезвычайные ситуации техногенного характера* (транспортные аварии и катастрофы, пожары, взрывы, выбросы химических, радиоактивных или биологических веществ, аварии в коммунальных системах и др.);
  - *чрезвычайные ситуации природного характера* (геофизические - землетрясения, извержения вулканов; геологические - лавины, сели, обвалы; метеорологические - ураганы, смерчи, ливни, град, засухи; гидрологические – наводнения, половодья, цунами; природные пожары и др.);
  - *биолого-социальные чрезвычайные ситуации* (инфекционная заболеваемость людей, животных, поражение сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями).
- по масштабам и тяжести последствий (табл. 7.1)

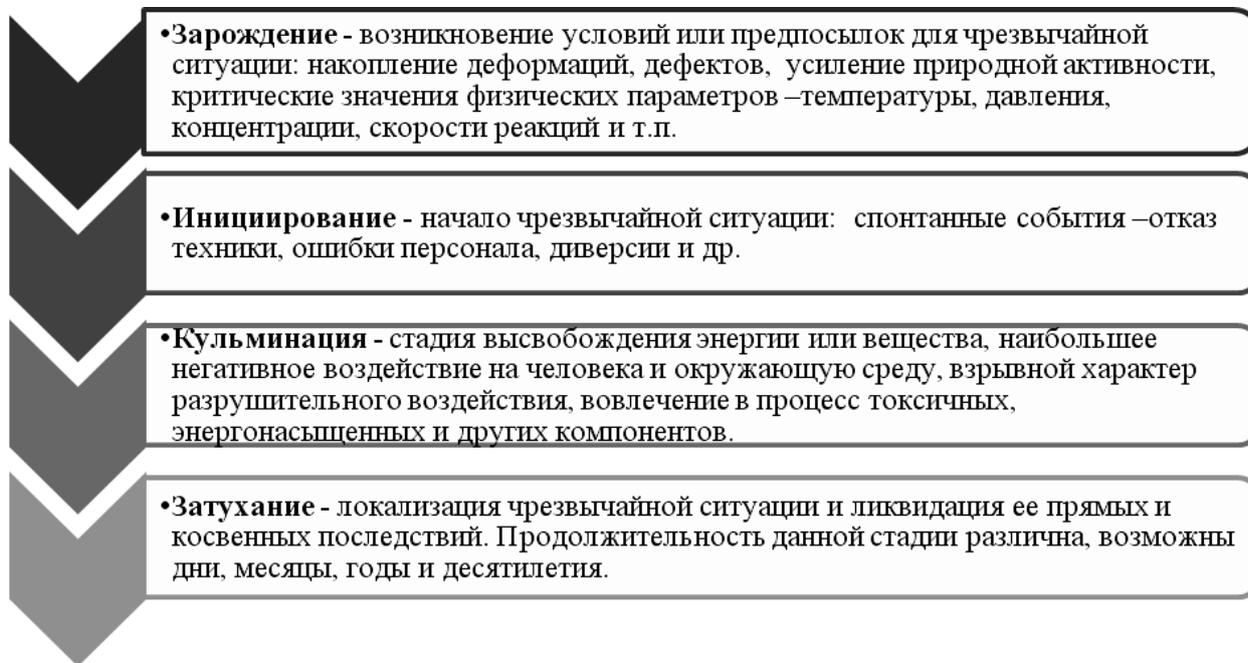
Таблица 7.1

**Классификация ЧС по масштабам и тяжести последствий  
(Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. N 304)**

<b>Вид ЧС</b>	<b>Количество пострадав., чел.</b>	<b>Материал. ущерб, тыс. руб</b>	<b>Границы действия</b>
Локальная	до 10	до 1000	В границах объекта
Муниципальная	до 50	до 5000	Не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города
Межмуниципальная	до 50	до 5000	Затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения
Региональная	50- 500	5000-50000	В пределах субъекта РФ
Межрегиональная	50-500	500 000-5000 000	За пределами 2-х субъектов РФ
Федеральная	Свыше 500	Свыше 5000 000	

- по скорости распространения: внезапные; быстрые; умеренные; медленные.

В соответствии с современными представлениями о характере протекания ЧС независимо от причин их возникновения выделяют четыре стадии: зарождение, инициирование, кульминация и затухание (рис. 7.2).



*Рис. 7.2. Стадии чрезвычайной ситуации*

Основными источниками *техногенных ЧС* являются потенциально опасные объекты (ПОО).

**Потенциально опасный объект** - объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р 22.0.02-94).

Принято выделять следующие виды ПОО:

- 1) радиационно опасные объекты (РОО);
- 2) химически опасные объекты (ХОО);
- 3) биологически опасные объекты (БОО);
- 4) пожаро- и взрывоопасные объекты (ПиВОО).

Последствия чрезвычайных ситуаций на РОО связаны, главным образом, с возможным переоблучением персонала и населения. Основными критериями, по которым оценивается тяжесть радиационных аварий, являются дозы радиации, полученные людьми (см. лекцию 3), и степень радиационного заражения территорий, т.е. радиационный фон (или уровень радиации), который измеряется в Р/ч, мР/ч, мЗв/ч, мкЗв/ч и др.

Аварии на ХОО опасны массовыми поражениями людей аварийно химически опасными веществами (АХОВ). По поражающим свойствам АХОВ делятся на 6 групп (табл.7.2):

Таблица 7.2

**Классификация аварийно химически опасных веществ по характеру действия на человека**

<b>№ n/n</b>	<b>Наименование группы</b>	<b>Характер действия</b>	<b>Наименование АХОВ</b>
1	Вещества преимущественно удушающего дейст.	Воздействуют на дыхательные пути человека	Хлор, фосген, хлорпикрин, треххлористый фосфор, хлорокись фосфора
2	Вещества преимущественно общедовитого действия	Нарушают энергетический обмен	Оксид углерода, цианистый водород, хлорциан, мышьяковистый водород
3	Вещества удушающего и общедовитого действия	Вызывают отек легких при ингаляционном воздействии и нарушают энергетический обмен при резорбции	Акрилонитрил, азотная кислота, оксиды азота, сернистый ангидрит, сероводород
4	Нейротропные яды	Действуют на генерацию, проведение и передачу нервного импульса	Сероуглерод, фосфорорганические соединения
5	Вещества удушающего и нейротропного действия	Вызывают токсический отек легких, формируют тяжелое поражение нервной системы	Аммиак
6	Метаболические яды	Нарушают процессы метаболизма и обмена веществ в организме	Оксид этилена, бромистый метил, дихлорэтан, диоксин

По категориям опасности ХОО делят на 5 классов. Наиболее опасными являются объекты 1-го класса, при авариях на которых поражения могут получить более 50% населения.

Заражение местности при авариях на ХОО характеризуется площадью зоны химического заражения, концентрацией и плотностью, а поражения людей – токсической дозой.

Площадь зоны химического заражения  $S_{\phi}, \text{км}^2$  - территория, на которой аварийно химически опасные вещества распространились в поражающих концентрациях:

$$S_{\phi} = K \cdot R^2 \cdot \tau^{0,2}, \quad (7.1)$$

где  $R$  – глубина зоны химического заражения, км;

$\phi$  – угол, зависящий от скорости ветра;

$K$  - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы;

$\tau$  - время, прошедшее после начала аварии, ч.

Размер территории, подвергшейся заражению при авариях на ХОО, зависит от многих факторов: климатических условий (температура воздуха, наличие осадков, время года и т.д.); физико-химических свойств вещества (агрегатное состояние, летучесть, токсичность, стойкость и т.д.); условий хранения (при атмосферном давлении, в сжиженном виде под высоким давлением и др.); наличия построек, лесных насаждений и проч.

*Концентрация химического заражения  $C$ , г/м<sup>3</sup>* – количество аварийно химически опасного вещества, содержащееся в единице объема воздуха:

$$C = m/V \quad (7.2)$$

где  $m$  – масса АХОВ, г, кг, т;

$V$  – объем воздуха, м<sup>3</sup>.

*Плотность химического заражения  $D$ , г/м<sup>2</sup>* – количество аварийно химически опасного вещества, приходящееся на единицу площади зараженной территории:

$$D = m/S \quad (7.3)$$

где  $m$  – масса АХОВ, г, кг, т;

$S$  – площадь химического заражения, м<sup>2</sup>, га.

*Токсическая доза (токсодоза)  $D$ , г/м<sup>3</sup>ч* – количество аварийно химически опасного вещества, которое может вызвать ощутимый физиологический эффект у людей за определенное время

$$D = C \cdot t \quad (7.4)$$

где  $C$  – концентрация химического заражения, г/м<sup>3</sup>;

$t$  – экспозиция (время воздействия), мин, ч.

Основные возбудители инфекционных заболеваний представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

### ***Возбудители инфекционных заболеваний***

<b><i>Возбудитель</i></b>	<b><i>Характеристика</i></b>	<b><i>Заболевания</i></b>
Бактерии	Одноклеточные организмы в споровой форме, устойчивые к внешним воздействиям	Чума, сибирская язва, туляремия, дизентерия
Вирусы	Инфекционные агенты, размножающиеся только в живых организмах	Натуральная оспа, грипп, бешенство, корь, СПИД, лихорадка Данге
Риккетсии	Внутриклеточные микроорганизмы, носителями которых являются насекомые	Сыпной тиф, Ку-лихорадка
Грибки	Микроорганизмы растительного происхождения	Микозы

Опасность аварий на БОО заключается в потенциальной угрозе массового заражения людей инфекционными заболеваниями. Примерами подобных объектов являются научно-исследовательские институты, занимающиеся проблемами вирусологии, эпидемиологии, микробиологии, иммунологии и др. Степень опасности многих возбудителей весьма велика. Например, заболевание туляремией может возникнуть от одной микробной клетки, а смертность среди зараженных достигнуть 30%. Защита населения заключается в проведении санитарно-гигиенических мероприятий и профилактической вакцинации.

При характеристике пожаро- и взрывоопасных объектов используют понятие *огнестойкости*. Огнестойкость строительных конструкций определяет СНиП 21-01-97 (табл. 7.4).

Таблица 7.4

### **Степени огнестойкости сооружений**

<b>Степень</b>	<b>Предел огнестойкости, час.</b>	<b>Характер сооружения</b>
I	свыше 2,0	Сооружения из негоряемых материалов, таких как бетон, кирпич, железобетон, песок, асбест и др.
II	до 2,0	Сооружения из негоряемых материалов с использованием конструкций из трудно сгораемых материалов, таких как бетонные детали с органическими заполнителями, древесина, пропитанная антипиренами, некоторые полимеры
III	до 1,5	Сооружения из трудно сгораемых материалов
IV	до 1,0	Сооружения из сгораемых материалов, защищенных от воздействия высоких температур (древесина, покрытая сталью, или войлок, покрытый листовым асбестом и т.д.)
V	до 0,5	Сооружения из сгораемых материалов

В соответствии с НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" помещения подразделяют на 5 категорий:

*А* - взрывопожароопасные помещения, в которых применяются легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки менее 28°С или горючие газы в количестве, способном образовать взрывоопасную смесь с воздухом, при взрыве которой создается давление более 5 кПа (склады бензина);

*Б* - взрывопожароопасные помещения, в которых выделяются горючие волокна или пыль, а также легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров более 28°С (цеха приготовления муки, мельницы, мазутное хозяйство электростанций и котельных);

*В* - пожароопасные помещения, в которых обрабатывают или хранят твердые горючие вещества (лесопильные, столярные, текстильные и

комбикормовые цехи; склады угля и топливно-смазочных материалов без бензина; электрические подстанции с трансформаторами);

*Г* - помещения средней пожароопасности, в которых сжигают топливо, в том числе газ, или обрабатывают несгораемые вещества в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии (котельные, кузницы, машинные залы дизельных электростанций);

*Д* - помещения пониженной пожароопасности, в которых негорючие вещества находятся в холодном состоянии (насосные оросительные станции; теплицы, кроме отапливаемых газом, цехи по переработке продуктов питания).

Основными поражающими факторами аварий на П и ВОО являются воздействие высоких температур, токсическое действие продуктов горения (рис. 7.3).



**Рис. 7.3. Поражающие факторы пожаров и взрывов**

Травматические поражения людей от действия ударных волн и осколочных полей подразделяются на четыре степени в зависимости от величины избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  (табл. 7.5).

Таблица 7.5

**Поражения незащищенных людей ударной волной**

Степень поражения	Избыточное давление $\Delta P_{\phi}$ , кПа	Характер поражения
Легкая	20-40	Легкая общая контузия организма, временное повреждение слуха, ушибы, ссадины, царапины, вывихи конечностей
Средняя	40-60	Повреждения органов слуха, ушные и носовые кровотечения, вывихи и закрытые переломы
Тяжелая	60-100	Сильная контузия всего организма, разрывы тканей, открытые переломы, повреждения внутренних органов
Крайне тяжелая	свыше 100	Крайне тяжелые контузии, травматическая ампутация конечностей

При тушении пожаров основными методами обеспечения пожаробезопасности являются:

- охлаждение очага горения ниже определенных температур;
- разбавление воздуха в зоне реакции для снижения концентрации кислорода ниже критического уровня, при котором не может происходить горение;
- изоляция очага пожара от воздуха;
- механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи воды или газа;
- ингибирование горения, т.е. интенсивное торможение скорости химических реакций в пламени;
- создание огнепреграждения в зоне реакции, при котором пламя распространяется через узкие каналы с потерей тепловой энергии в стенках каналов.

Вещества, которые способствуют созданию перечисленных условий, называют огнетушащими. Они должны обладать высоким огнетушащим эффектом при относительно низком расходе, быть дешевыми и безопасными в обращении. Наиболее широко при тушении пожаров используются следующие вещества и их огнетушащие свойства:

- вода - охлаждение зоны реакции горения или горящих веществ;
- пена - изоляция очага пожара от воздуха;
- инертные газы - снижение концентрации кислорода в зоне реакции горения;
- галогенные углеводороды - торможение реакции горения;
- порошковые составы - изоляция очага пожара от воздуха.

Область применения тех или иных огнетушащих веществ ограничена. Например, воду недопустимо применять при тушении электрооборудования, горючих жидкостей (бензина, керосина и др.)

Огнетушащие вещества применяются в средствах пожаротушения, которые подразделяются на три группы:

1. Первичные (огнетушители, гидронасосы, ведра с водой, ящики с песком, асбестовые полотна, лопаты, ломы, топоры и др.);
2. Стационарные (пожарные трубопроводы, спринклерные и дренчерные установки);
3. Передвижные (автомобили, катера, поезда, самолеты и др.).

Источником *природной ЧС* является опасное природное явление или процесс (ГОСТ Р 22.0.03-95). Природные ЧС делят на классы:

1. Геофизические опасные явления: землетрясения, извержения вулканов.
2. Геологические опасные явления (экзогенные геологические явления): оползни; сели; пыльные бури; обвалы, осыпи, курумы, эрозия, склоновый смыв и др.

3. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления: бури, ураганы, смерчи, торнадо, шквалы, вертикальные вихри; крупный град, ливень, сильный туман; сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, заморозки; сильная жара, засуха, суховей.

4. Морские гидрологические опасные явления: тропические циклоны, цунами, сильное волнение, сильное колебание уровня моря; ранний ледяной покров, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, непроходимый лед; отрыв прибрежных льдов и др.

5. Гидрологические опасные явления: наводнения, половодья; заторы и зажоры, низкие уровни вод и др.

6. Гидрогеологические опасные явления: низкие уровни грунтовых вод; высокие уровни грунтовых вод.

7. Природные пожары: лесные пожары; пожары степных и хлебных массивов; торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых.

При геофизических ЧС основными причинами травматизма и гибели людей при землетрясении являются падение обломков строительных конструкций и мебели, различных предметов и битых стекол; разрушение коммуникаций - линий электро-, газо- и водоснабжения; неконтролируемые действия людей в результате паники. При извержении вулкана основные поражающие факторы - раскаленная лава, газы, дым, пар, горячая вода, пепел, обломки горных пород, взрывная волна и грязекаменные потоки. Основными характеристиками землетрясений являются: глубина гипоцентра (очага) и сила землетрясения, которая может выражаться интенсивностью в баллах по шкале Меркалли либо мощностью в магнитудах по шкале Рихтера. Интенсивность отражает, главным образом, силу землетрясения на поверхности земли и определяет степень разрушений, а мощность дает объективную оценку тектонических процессов в земной коре.

Геологические опасные явления характеризуются скоростью движения (м/с) и объёмом перемещаемых масс (селя, обвала, снежной лавины и т.д.) ( $m^3$ ). Для оценки метеорологических и агрометеорологических опасных явлений в качестве основной характеристики используют скорость движения воздуха (км/ч). Гидрологические ЧС, как правило, характеризуют высотой подъема уровня воды (м) и площадью затопленной территории ( $m^2$ ). Природные пожары – скоростью распространения (км/ч) и площадью территории выгорания ( $m^2$ ).

Источником биолого-социальной ЧС является особо опасная или широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений (ГОСТ Р 22.0.04-95):

1. Инфекционные заболевания людей: единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний; групповые случаи опасных инфекционных заболеваний и др.; эпидемическая вспышка опасных инфекционных заболеваний; эпидемия; пандемия; инфекционные заболевания не выявленной этиологии.

2. Инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных: единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний; энзоотии, эпизоотии, панзоотии; инфекционные заболевания не выявленной этиологии.

3. Поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями: массовое распространение вредителей растений; эпифитотия, панфитотия; болезни не выявленной этиологии и др.

Передача инфекции через предметы быта (посуда, белье, книги), предметы ухода за больными и предметы производства (волос, шкуры животных) называется контактно-бытовым. Важная роль в передаче инфекции принадлежит воздуху. Воздушно-капельным путем происходит распространение гриппа, туберкулеза, дифтерии, скарлатины, кори и др. Ряд инфекционных болезней (холера, брюшной тиф, лептоспирозы и т.д.) распространяется водным путем при использовании инфицированной воды для питья, бытовых и хозяйственных надобностей, а также при купании. Нередко в распространении инфекционных болезней принимают участие пищевые продукты и готовая пища. Болезнетворные микробы в пищевые продукты могут попадать различными путями: через загрязненные руки больного или носителя, при мытье пищевых продуктов в инфицированной воде, во время перевозки на транспорте, при разделке пищевых продуктов на грязных столах, при инфицировании их насекомыми, грызунами и т.д. (табл. 7.6).

Таблица 7.6

### *Характерные инфекционные болезни и механизм передачи инфекции*

<i>Группы заболеваний</i>	<i>Наименование основных заболеваний</i>	<i>Локализация возбудителя</i>	<i>Пути передачи инфекции</i>
Инфекции дыхательных путей	Грипп и острые респираторные заболевания. Ангина. Дифтерия. Корь. Коклюш. Туберкулез. Натуральная оспа.	Верхние дыхательные пути	Воздушно-капельный
Кишечные инфекции	Дизентерия. Брюшной тиф. Паратифы. Холера. Инфекционный гепатит. Полиомиелит.	Кишечник	Через продукты питания, воду, почву, грязные руки, бытовые предметы, мух.
Кровяные инфекции	Малярия. Сыпной и возвратный тифы. Клещевой энцефалит. Чума. Туляремия.	Кровеносная система	Через укусы кровососущих переносчиков – комаров, клещей, блох, вшей.
Инфекции наружных покровов	Трахома. Чесотка. Сибирская язва. Столбняк.	Кожа. Слизистые оболочки	Преимущественно контактный путь.

Для предотвращения распространения инфекционных заболеваний среди населения в очаге поражения проводится комплекс противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий.

**Противоэпидемические и санитарно-гигиенические мероприятия** - организационные, административные, инженерно-технические, медико-санитарные, ветеринарные и иные меры, направленные на устранение или уменьшение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, предотвращение возникновения и распространения инфекционных заболеваний (отравлений) и их ликвидацию.

Противоэпидемическими и санитарно-гигиеническими мероприятиями являются экстренная профилактика; обсервация и карантин; санитарная обработка населения; дезинфекция различных зараженных объектов; при необходимости уничтожение насекомых, клещей и грызунов. В качестве профилактики инфекционных болезней применяют массовую вакцинацию.

При установлении бактериологического заражения немедленно вводится карантин еще до определения вида возбудителя. Под *карантином* понимают систему противоэпидемических и режимных мероприятий, направленных на полную изоляцию очага бактериологического поражения с находящимися на его территории людьми и животными от окружающего населения и ликвидацию заболеваний в самом очаге. *Обсервация* - это система мероприятий, предусматривающая усиление медицинского наблюдения за очагом бактериологического поражения, а также проведение лечебно-профилактических и изоляционно-ограничительных мероприятий, препятствующих распространению инфекции. Обсервацией не предусматривается оцепление очага, хотя выход населению и вход на территорию обсервации ограничивают. Обсервация вводится также в районах, непосредственно соприкасающихся с границей карантинной зоны.

При всех инфекционных заболеваниях от момента заражения до проявления первых видимых признаков заболевания проходит определенное время, называемое *инкубационным (латентным) периодом*, в течение которого человек остается внешне здоровым. Длительность этого периода при различных инфекциях неодинакова – от нескольких часов до нескольких месяцев; каждая болезнь характеризуется инкубационным периодом определенных пределов. От продолжительности инкубационного периода зависит срок установления карантина и изоляции лиц, бывших в контакте с заболевшим.

### Контрольные вопросы к лекции 7

1. Понятие чрезвычайной ситуации (ЧС), аварии, катастрофы, опасного природного явления, стихийного бедствия.
2. Классификация ЧС по масштабу распространения и тяжести последствий, скорости распространения, типам и видам событий, ставших причиной ЧС.
3. ЧС техногенного характера. Понятие потенциально-опасного объекта (ПОО), виды ПОО (РОО, ХОО, ПиВОО), примеры.
4. Аварии на радиационно опасных объектах (РОО): последствия для персонала и населения. Основные критерии оценки поражения людей.

5. Аварии на химически опасных объектах (ХОО): основные характеристики, последствия для персонала и населения.

6. Понятие аварийно химически опасных веществ (АХОВ), пути их попадания в организм; понятия концентрации и плотности химического заражения, токсодозы, площади зоны химического заражения; факторы, влияющие на площадь зоны химического заражения.

7. Последствия аварий на биологически опасных объектах (БОО), правила поведения персонала и населения.

8. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах (ПиВОО): последствия для персонала и населения; понятие огнестойкости зданий.

9. Огнетушащие вещества: примеры, область применения. Средства пожаротушения: первичные, стационарные (пожарные трубопроводы, спринклерные и дренчерные установки) и передвижные.

10. ЧС природного характера: характеристики, способы защиты населения.

11. Биолого-социальные ЧС: виды, пути заражения, способы защиты населения.

## **Лекция 8. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Литература: [1, с. 423-426; с. 473-476]*

За последние годы в мире произошли существенные изменения в военно-политической и социально-экономической обстановке. Несмотря на некоторые положительные изменения последних десятилетий, стремление отдельных государств к глобальному лидерству, решению политических и экономических проблем силовыми методами, бесконтрольному накоплению оружия создают угрозу национальной безопасности России. Вероятными источниками военной опасности и военной угрозы для России следует считать стремление отдельных государств и коалиций к дестабилизации политической обстановки и разрешению конфликтов силовыми методами; нарастание националистических настроений; территориальные претензии; захват национальных природных ресурсов; расширение военных союзов и нарушение военных договоров. Деятельность террористических организаций, вооруженные конфликты внутри страны, а также в сопредельных государствах также не снижают актуальность изучения опасностей современного оружия для гражданского населения.

Принято различать оружие массового поражения (ОМП) и современные обычные средства поражения. К оружию массового поражения относят:

- Ядерное оружие
- Химическое оружие
- Биологическое оружие.

Поражающее действие *ядерного оружия* основано на энергии, выделяющейся в результате ядерных реакций (деления тяжелых ядер, например урана или плутония; либо термоядерного синтеза легких ядер, таких как дейтерий или тритий). Ядерные боеприпасы различают по мощности на малые, средние, крупные, сверхкрупные, которые исчисляют в единицах массы тротилового эквивалента, т.е. когда говорят о мощности в 10 Мт, подразумевают, что при взрыве этого заряда выделяется такая же энергия, как при взрыве 10 мегатонн тротила (тринитротолуола). По виду ядерные взрывы могут быть высотные, воздушные, наземные и подземные (подводные).

Выделяют пять основных *поражающих факторов* ядерного взрыва:

1. Ударная волна - это область резкого сжатия среды (воздуха, воды, грунта), распространяющаяся концентрически от центра взрыва. Ее действие на человека может привести к различным травмам (см. лекцию 7), а на сооружения – к их разрушениям (слабым, средним, сильным, полным). Основная характеристика ударной волны – избыточное давление во фронте  $\Delta P_{\text{ф}}$  [кПа]. Наиболее надежная защита людей - укрытие в подземных сооружениях.

2. Световое излучение - лучистая энергия, включающая ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи, исходящая из области ядерного взрыва. Физическая характеристика - световой импульс  $\Delta U$  [кДж/м<sup>2</sup>] - количество световой энергии, падающей за все время излучения на единицу поверхности, перпендикулярной к источнику. Световое излучение вызывает ожоги кожи, поражение глаз и временное ослепление. Защитой от светового излучения могут быть любые преграды, не пропускающие свет: укрытия, тень густого дерева, забор и т.п.

3. Проникающая радиация - поток гамма- и нейтронного излучения, испускаемый в окружающую среду при делении и синтезе атомных ядер в момент взрыва, а также распад осколков деления. Действует в течение 10-15 секунд после взрыва и распространяется на 2,5-3 километра от эпицентра. В практической дозиметрии основным параметром, характеризующим поражающее действие на людей проникающей радиации, является доза излучения (см. лекцию 3).

4. Радиоактивное заражение местности происходит в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва во время его движения. Может наблюдаться длительное время, характеризуется уровнем радиации (см. лекцию 3).

5. Электромагнитный импульс - это неоднородное электромагнитное излучение в виде мощного короткого импульса (с длиной волны от 1 до 1000 м), которое сопровождает ядерный взрыв и поражает электрические, электронные системы и аппаратуру на значительных расстояниях. Источник ЭМИ – это процесс взаимодействия квантов с атомами среды. Поражающим параметром ЭМИ является мгновенное нарастание (и спад) напряженности электрического и магнитного полей под действием мгновенного импульса (несколько миллисекунд).

Поражающий эффект *химического оружия* основан на токсическом воздействии на организм человека, животных или на растения. В ХО применяются три группы веществ: *отравляющие вещества, токсины и фитотоксиканты*, которые могут иметь различные виды боевого состояния – пар, аэрозоль, капли. Основу ХО составляют отравляющие вещества, которые классифицируются по ряду признаков:

- по физиологическому действию на организм
  - нервно-паралитического действия (VX (ви-экс), зарин, зоман);
  - кожно-нарывного действия (иприт);
  - общеядовитые (синильная кислота, хлорциан);
  - удушающие (фосген);
  - раздражающего действия (CS (си-эс), адамсит);
  - психохимического действия (BZ (би-зет));
- по времени поражающего действия
  - быстродействующие (не имеющие инкубационного периода);
  - медленнодействующие (инкубационный период от одного до нескольких часов);
- по продолжительности поражающего действия
  - стойкие (долго действующие, часы -недели);
  - нестойкие (кратковременно действующие, минуты).

Токсины - это химические вещества белкового происхождения, например стафилококковый энтеротоксин, токсин ботулизма, сырьем для которых могут служить яды пауков, змей, растений, микроорганизмов. Однако относят токсины к химическому, а не биологическому оружию, поскольку по своим свойствам они ближе к отравляющим веществам (не передаются от человека к человеку, не имеют инкубационного периода, могут быть искусственно синтезированы и т.д.).

Фитотоксиканты используются для поражения растений. Например, для уничтожения сорняков овощных и злаковых культур (гербициды) или древесно-кустарниковой растительности (арборициды) и др.

Последствия применения химического оружия оцениваются теми же показателями, что и при химических авариях на техногенных объектах (см. лекцию 7).

*Биологическое оружие* основано на использовании патогенных свойств биологических агентов: вирусов, бактерий, грибков, риккетсий и др. Заражение людей и животных происходит через пищу, воду, при контактах с заболевшими, через укусы грызунов и насекомых, воздушно-капельным путем. Опасность биологического оружия - в быстром и массовом распространении инфекционных заболеваний, поскольку инфицированные люди и животные сами становятся источниками угрожающих жизни болезней, таких как сибирская язва, холера, желтая лихорадка, ботулизм, сыпной тиф, птичий грипп и др. Микроорганизмы могут поражать также культурные растения (пшеница,

рис, картофель) в периоды их выращивания или хранения. Некоторые виды бактерий и грибков способны активизировать коррозионные процессы в металлах, разложение нефтепродуктов, окисление контактов электрических и электронных схем.

В качестве биологического оружия могут быть применены насекомые-вредители и грызуны как для заражения людей и животных (инфицированные комары, вши, клещи, москиты, мыши), так и для уничтожения сельскохозяйственных культур (тля, саранча, колорадский жук). В целях поражения людей могут использоваться современные достижения в области биотехнологий: употребление трансгенных продуктов, имеющих в составе молекул нуклеиновых кислот встроенные конструкции, вызывающие биологические эффекты от аллергий до бесплодия.

К *современным обычным средствам* поражения относят боеприпасы объемного взрыва, зажигательные, кумулятивные, осколочные, фугасные и прочие огневые и ударные средства.

Средства вооруженной борьбы постоянно совершенствуются, создаются принципиально новые системы, в которых используются ранее не известные или не применявшиеся научно-технические принципы и природные явления. В последнее десятилетие произошел решительный поворот военных теоретиков и историков к разработке новой концепции войны, новых форм и способов вооруженной борьбы, появляются новейшие технологии, оружие, основанное на новых физических принципах, к которому можно отнести: радиочастотное, лучевое, инфразвуковое, радиологическое, геофизическое, информационное, биотехнологические средства и др.

## **ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Защита в чрезвычайных ситуациях* – комплекс правовых, экономических, организационных, инженерно-технических природоохранных мероприятий, направленных на предупреждение возникновения источников опасностей, подготовку и преодоление последствий чрезвычайных ситуаций с целью сохранения жизни и здоровья людей, снижения ущерба на объектах экономики в среде обитания.

В нашей стране система защиты населения в ЧС начала складываться в 30-е годы XX в., затем неоднократно преобразовывалась. В 1992 г. в соответствии с постановлением Правительства РФ № 261 была сформирована Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Создание системы осуществлялось с учетом следующих принципов: защите от ЧС и их последствий должно подлежать все население РФ, а также лица без гражданства, находящиеся на территории РФ; территория, объекты экономики, материальные и культурные ценности; организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС является обязательной функцией органов исполнительной власти всех уровней;

организационная структура должна соответствовать государственному устройству РФ и решаемым задачам; должен учитываться комплексный подход, предусматривающий учет всех видов ЧС и их последствий; функционирование системы должно строиться на основе концепции ненулевого риска.

РСЧС предназначена для предупреждения ЧС в мирное и военное время, а также обеспечения безопасности населения, снижения материального ущерба и защиты окружающей среды при возникновении ЧС. РСЧС имеет три режима функционирования - повседневной деятельности, повышенной готовности и чрезвычайной ситуации. Организационная структура РСЧС строится по территориально-производственному принципу и включает пять уровней подчиненности - федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый; две группы сил и средств - силы и средства наблюдения и контроля; силы и средства ликвидации ЧС, а также подсистемы двух типов - территориальные и функциональные (рис. 8.1).



**Рис. 8.1. Организационная структура РСЧС**

При ведении военных действий защита населения, материальных и культурных ценностей на территории РФ обеспечивается службой гражданской обороны (ГО). Основными силами ГО являются войска гражданской обороны и гражданские организации ГО. Формирования ГО в мирное время (как и воинские подразделения МО, МВД, ФСБ) привлекаются для поисково-спасательных, аварийно-восстановительных работ, к выполнению задач по ликвидации последствий ЧС во взаимодействии с формированиями МЧС. Основными способами защиты населения в чрезвычайных ситуациях являются: инженерная защита; эвакуационные мероприятия; применение средств индивидуальной (СИЗ) и медицинской защиты.

*Инженерная защита* подразумевает укрытие людей в защитных сооружениях (рис. 8.2). Наиболее надежными с точки зрения защиты являются убежища, которые классифицируются по ряду признаков: по защитным свойствам, по вместимости, по времени возведения, по месту расположения.



Рис. 8.2. Виды защитных сооружений

Под *эвакуационными мероприятиями* понимают эвакуацию населения и рассредоточение персонала объектов экономики в загородной зоне.

*Средства индивидуальной защиты*, используемые в том числе и при ЧС, подразделяются на классы и соответствующие им виды (табл. 8.1).

Таблица 8.1

**Классификация средств индивидуальной защиты**

<b>Классы</b>	Изолирующие костюмы	Средства защиты органов дыхания	Одежда специальная защитная	Средства защиты ног	Средства защиты рук	Средства защиты комплексные
<b>Виды</b>	Пневмокостюмы Гидроизолирующие костюмы	Противогазы Респираторы Самоспасатели Пневмомаски Пневмошлемы	Костюмы Комбинезоны Халаты Жилеты Фартуки	Сапоги Ботинки Бахилы Боты	Рукавицы Перчатки Наладонники	Каска + щиток + наушники
<b>Классы</b>	Средства защиты головы	Средства защиты глаз	Средства защиты лица	Средства защиты органов слуха	Средства защиты от падения с высоты	Средства дерматологические защитные
<b>Виды</b>	Каски Шлемы Шапки	Очки	Щитки лицевые	Наушники Беруши Противошумные шлемы	Пояса Тросы Манипуляторы	Очистители и предохранители кожи

Из *медицинских средств защиты* выделяют так называемые табельные: аптечка индивидуальная (АИ-2) с набором средств для оказания первой медицинской помощи, в том числе радиопротекторов, антидотов,

противобактериальных и обезболивающих препаратов; индивидуальные противохимические пакеты (ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10) для обеззараживания средств химического заражения на коже и одежде человека; пакеты перевязочные индивидуальные (ППИ) для наложения повязок на раны, переломы, ожоги.

### Контрольные вопросы к лекции 8

1. Понятия оружия массового поражения (ОМП) и современных средств поражения (ССП).
2. Ядерное оружие: виды, поражающие факторы, защита. Чем ядерное оружие отличается от термоядерного?
3. Химическое оружие: группы применяемых веществ, классификация боевых химически опасных веществ (БХОВ), их действие на организм, защита.
4. Биологическое оружие: перечислите группы возбудителей инфекционных заболеваний; их действие на организм, защита.
5. Как проявляется действие радиочастотного, лучевого, инфразвукового, радиологического, геофизического, информационного оружия?
6. РСЧС: назначение, задачи, режимы функционирования, уровни подчиненности, подсистемы, силы и средства.
7. Какие существуют основные способы защиты населения в ЧС?
8. Какие сооружения называют убежищами? Классификация убежищ по различным признакам. В чем основные отличия убежищ и противорадиационных укрытий?
9. Перечислите известные вам эвакуационные мероприятия.
10. Классификация средств индивидуальной защиты.
11. Что такое радиопротекторы? Какие средства называют антидотами?

## **Лекция 9. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Литература: [1, с.509-534, с. 562-588]*

Под *управлением безопасностью жизнедеятельности* понимается государственная система обеспечения безопасности граждан России на территории страны и за ее пределами. В РФ систему обеспечения БЖД образуют органы законодательной, исполнительной и судебной властей, государственные, общественные и иные организации и объединения, граждане, уполномоченные заниматься данным видом деятельности в соответствии с законодательством в сфере безопасности. Приоритетными направлениями государственной политики в области БЖД являются обеспечение жизни и здоровья работников; участие государства в финансировании мероприятий по охране труда и защите окружающей среды; распространение передового

отечественного и зарубежного опыта по повышению безопасности и экологичности во всех сферах деятельности; государственное управление, надзор, контроль и др. Управление БЖД имеет свою правовую (законодательную), нормативную и организационную основу и ведется по трем самостоятельным направлениям (рис. 9.1).



**Рис. 9.1. Схема управления безопасностью жизнедеятельности**

Правовую основу государственной политики в области безопасности составляют нормативно-правовые акты в области БЖД, совокупность которых подразделяют на две группы: законы РФ в области безопасности и подзаконные акты. К числу основных законов относятся: Конституция РФ; «О безопасности» № 390 –ФЗ от 28.12.2010 г.; «Об основах охраны труда в РФ» №181–ФЗ от 17.06.1999 г.; Трудовой кодекс РФ №197-ФЗ от 30.12.2001г.; «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» №125-ФЗ от 24.07.1998 г.; «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» №68 –ФЗ от 21.12.1994 г.; «О радиационной безопасности населения» №3 –ФЗ от 09.01.1996 г.; «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116 –ФЗ от 21.07.1997 г.; «О гражданской обороне» №28 –ФЗ от 12.02.1998 г.; «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002 г.; «О

санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №65 – ФЗ от 31.03.1999 г. и др.

Нормативные подзаконные акты определяют порядок исполнения законов и составляют обширную группу документов, таких как Постановления Правительства РФ и ее субъектов, гигиенические нормативы (ГН), санитарные нормы (СН), санитарные правила (СП), санитарные нормы и правила (СанПиН), строительные нормы и правила (СНиП), правила безопасности (ПБ), государственные и отраслевые стандарты (ГОСТы, ОСТы).

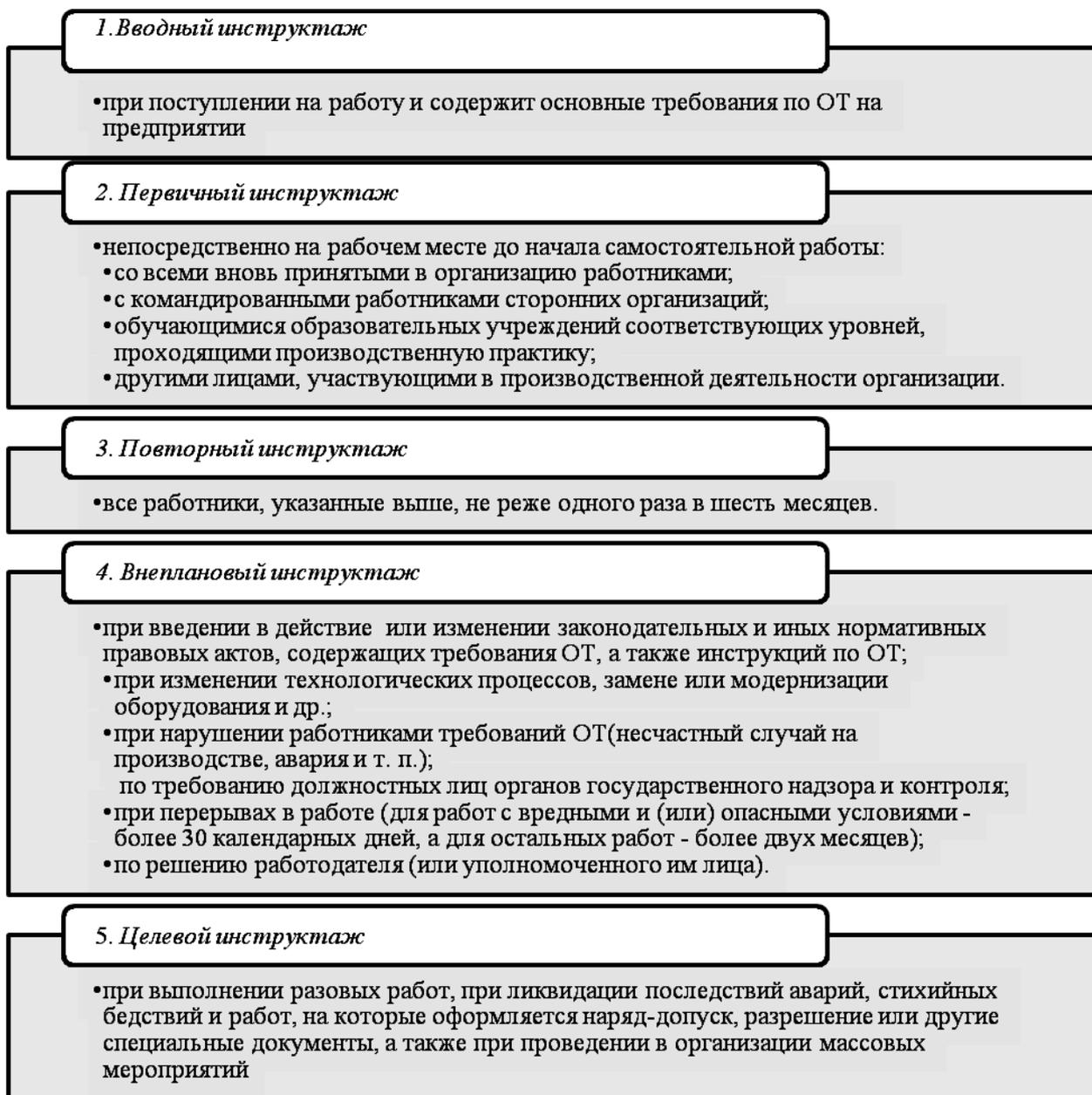
Важнейшие направления государственной политики в области безопасности сформулированы также в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (Утв. Указом Президента РФ от 12.05.2009 г. N 537). Стратегия представляет собой систему взглядов на обеспечение в России безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз во всех сферах жизнедеятельности.

При поступлении на работу следует руководствоваться положениями раздела «Трудовой договор» Трудового кодекса РФ, согласно которому заключение трудового договора (контракта) допускается с лицами, достигшими 16-летнего возраста. Разрешается заключение трудового договора с лицами, достигшими 15 лет, в случаях получения ими основного общего образования либо оставления общеобразовательного учреждения в соответствии с федеральным законом. С согласия одного из родителей (либо лица, их заменяющего – опекуна, попечителя) и органа опеки и попечительства трудовой договор может быть заключен с учащимися, достигшими 14 лет, для выполнения легких работ в свободное от учебы время. Законодательство о труде предусматривает права и обязанности работников. В частности, каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, на отдых, на обязательное социальное страхование, на возмещение ущерба, причиненного в связи с исполнением работником своих трудовых обязанностей, на льготы и компенсации за тяжелые работы и работы, связанные с вредными условиями труда, и т.д.

Правовые основы регулирования отношений между работодателями и работниками устанавливает ФЗ «Об основах охраны труда в РФ». Нормы закона распространяются как на работодателей, так и на работников, состоящих с работодателями в трудовых отношениях, а также на студентов и учащихся, проходящих производственную практику. Работодатель обязан ознакомить работников с требованиями ОТ и обеспечить установленные законодательством условия труда. Несоблюдение требований по охране труда со стороны работодателя влечет следующие виды ответственности:

- дисциплинарную;
- административную;
- материальную;
- уголовную.

В число обязанностей работника входит, например, обязательное изучение вопросов охраны труда, прохождение инструктажей с последующей проверкой знаний (рис. 9.2).



*Рис. 9.2. Виды инструктажей по охране труда*

Трудовое законодательство особо оговаривает труд лиц моложе 18 лет. Например, эту категорию работников запрещается использовать на тяжелых, подземных, ночных и сверхурочных работах, при вредных и травмоопасных условиях труда, на работах, выполнение которых может причинить вред их нравственному развитию. Особые льготы предусмотрены при установлении отпусков и медицинском обслуживании.

Особенности охраны труда женщин состоят в определенных ограничениях труда беременных, женщин, имеющих детей, запрете привлечения женщин к тяжелым работам и работам в ночное время за исключением отраслей экономики, где это вызывается особой необходимостью.

Одним из основных направлений государственной политики в области ОТ является предоставление работникам льгот и компенсаций за тяжелые, вредные или опасные условия труда. Перечень таких производств, профессий, должностей и показателей с подобными условиями труда законодательно установлен на федеральном уровне. В качестве льгот и компенсаций устанавливается сокращенная продолжительность рабочего дня, дополнительные отпуска, бесплатное обеспечение спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, дополнительное и лечебно-профилактическое питание, денежные доплаты и др.

Право работников на возмещение ущерба, причиненного здоровью при исполнении трудовых обязанностей, регламентирует федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», согласно которому работники должны быть застрахованы независимо от формы собственности предприятия или организации. Возмещению подлежат травмы, квалифицированные как производственные (несчастные случаи на производстве).

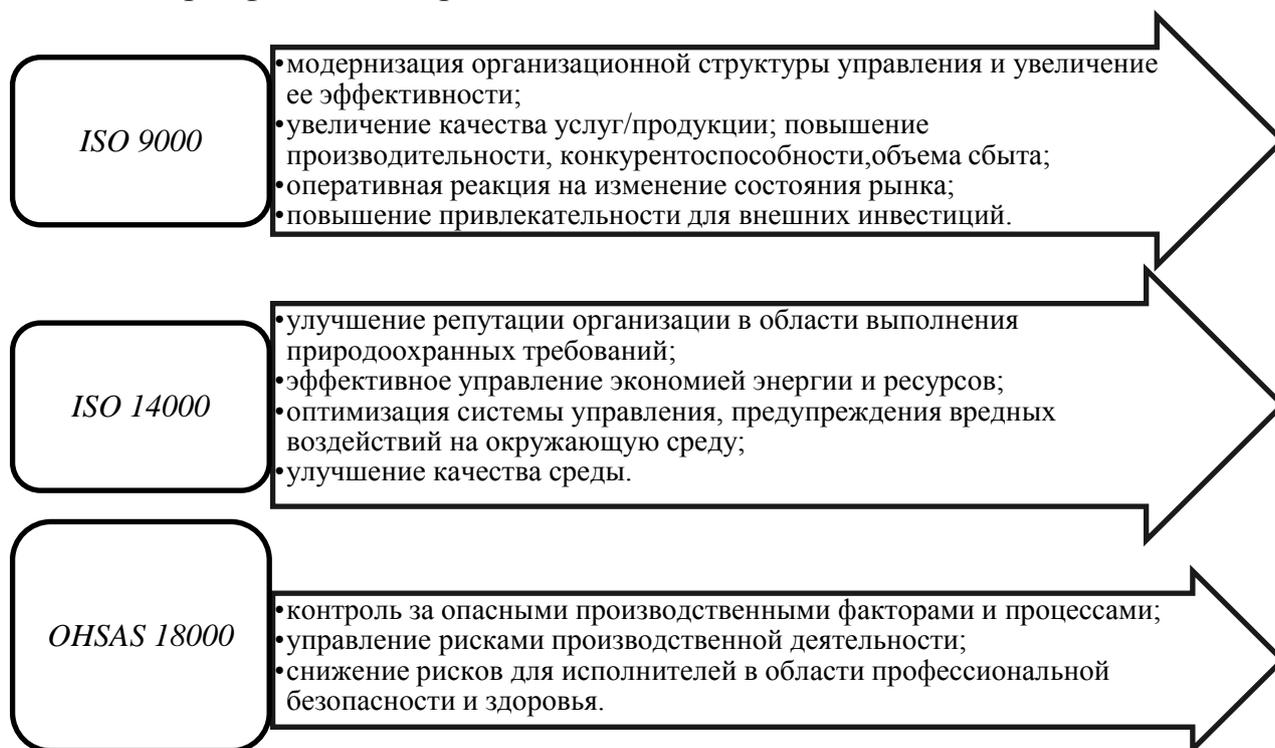
В рамках системы стандартов безопасности труда (ССБТ), имеющей номер 12 в государственной системе стандартов (ГСС), осуществляется систематизация всей нормативной и нормативно-технической документации по ОТ как общегосударственного, так и отраслевого значения. ССБТ многоуровневая система взаимосвязанных стандартов, разрабатываемая с 1972 г. и направленная на обеспечение безопасности труда.

Права и обязанности граждан РФ в области защиты от ЧС приведены в Главе IV федерального закона «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера». Система стандартов «Безопасность в ЧС» (номер 22 в ГСС) начала формироваться в 1994 г. и является одним из самых современных комплексов стандартов. Виновные в невыполнении законодательства, создании предпосылок к возникновению чрезвычайных ситуаций, проявившие пассивность в принятии мер по защите жизни и здоровья людей должностные лица и граждане несут ответственность в соответствии с законами Российской Федерации.

В области охраны окружающей среды, помимо перечисленных выше федеральных законов, действуют: Водный кодекс РФ N 74-ФЗ от 03.06.2006 г., Земельный кодекс РФ №136-ФЗ от 25.10.2001г., федеральные законы «Об охране атмосферного воздуха» №96-ФЗ от 04.05.1999 г., «Об экологической экспертизе» №174-ФЗ от 23.11.1995 г. и др. Система стандартов «Охрана природы» имеет номер 17 в ГСС.

В настоящее время система управления в области безопасности жизнедеятельности активно реформируется. Это связано с тем, что, во-первых,

ее организационное оформление сложилось в основном в 70-е годы прошлого века, она была приспособлена к условиям функционирования крупных промышленных предприятий индустриальной эпохи. К новым экономическим условиям прежняя система не приспособлена. Во-вторых, активная интеграция России в мировую экономику потребовала привести национальную нормативно-правовую базу в соответствие с требованиями международных стандартов. Зарубежные инвесторы и потребители предпочитают организации, имеющие сертификат ISO<sup>9</sup> (рис. 9.3):



**Рис. 9.3. Система стандартов Международной Организации по Стандартизации (ISO)**

- ISO 9000 - стандарты по созданию системы менеджмента качества;
- ISO 14000 - стандарты по созданию системы экологического менеджмента;
- OHSAS 18000 - стандарты по разработке системы менеджмента здоровья и безопасности персонала.

Сертификация на соответствие требованиям международных стандартов подтверждает, что предоставляемые товары или услуги высокого качества, независимо от изменяющихся внешних или внутренних условий; предусматривает организационную структуру, методы управления ресурсами, систему планирования и контроля для эффективной реализации экологической политики и четкого соблюдения современных требований экологического производства; позволяет управлять производственными рисками,

<sup>9</sup> ISO - International Organization for Standardization - Международная организация по стандартизации (ИСО)

контролировать опасные производственные факторы, предотвращать возникновение аварий и нештатных ситуаций.

#### Контрольные вопросы к лекции 9

1. По каким трем самостоятельным направлениям ведется управление БЖД?
2. Согласно Трудовому кодексу РФ с лицами, достигшими какого возраста, разрешается заключение трудового договора?
3. Какие льготы и ограничения предусмотрены Трудовым кодексом РФ в отношении лиц, не достигших 18 лет? Какие особенности охраны труда женщин предусмотрены Трудовым кодексом РФ?
4. Какие льготы и компенсации предусмотрены Трудовым кодексом РФ при вредных и опасных работах?
5. В каких целях проводится инструктаж по охране труда? Какие виды инструктажей вам известны?
6. В каких целях проводится обязательное социальное страхование работников?
7. Какие виды ответственности несет работодатель за несоблюдение требований по охране труда?
8. С какой целью в России вводятся международные стандарты ISO?

## ГЛОССАРИЙ

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

*Авария* – чрезвычайное событие техногенного характера, не повлекшее человеческих жертв.

*Анализатор организма* – сложная функциональная система организма, предназначенная для восприятия раздражителей и их обработки в центральной нервной системе (ЦНС).

*Антидоты* - лекарственные средства для лечения отравлений, способные либо обезвреживать само ядовитое вещество, либо предупреждать или уменьшать его вредное воздействие на организм.

*Безопасность* – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

*Виброгашение* – способ снижения вибрации путем закрепления оборудования на массивном фундаменте или с использованием динамических виброгасителей.

*Виброизоляция* – уменьшение передачи колебаний от источника к защищаемому объекту путем установки между ними упругого препятствия - виброизолятора.

*Вибропоглощение* – снижение энергии вибрации за счет использования упруго вязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение.

*Воздушная ударная волна* – область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся концентрически со сверхзвуковой скоростью.

*Вредные факторы среды обитания* – негативные факторы, воздействие которых приводит к нарушению здоровья, снижению работоспособности, нервно-эмоциональным перегрузкам, которые проходят после отдыха.

*Выравнивание потенциалов* - способ снижения напряжения прикосновения и напряжения шага между точками электрической цепи путем размещения заземлителей по определенной схеме.

*Генетические (наследственные) последствия облучения* - последствия, которые проявляются у потомства облученного лица.

*Доза облучения* – порция энергии ионизирующего излучения (ИИ), переданной излучением веществу; количественная оценка действия ионизирующего излучения на облучаемый объект.

*Естественная ионизация воздуха* - процесс образования ионов из электрически нейтральных атомов и молекул в результате воздействия на воздушную среду радиоактивных излучений природного происхождения.

*Защитное зануление* - преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением.

*Защитное заземление* – преднамеренное электрическое соединение с землей

или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением.

*Защитное отключение* - быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения током.

*Звукоизоляция* - отражение звуковой энергии к источнику с помощью звукоизолирующих преград из материалов, обладающих высоким акустическим сопротивлением.

*Звукопоглощение* – снижение звуковой энергии вследствие ее поглощения материалами.

*Зона растекания тока замыкания* – территория, в пределах которой электрический потенциал отличен от нуля.

*Зона химического заражения* – территория, на которой аварийно химически опасные вещества распространились в поражающих концентрациях.

*Инженерная защита населения* - способ защиты населения в чрезвычайных ситуациях (ЧС) в мирное и военное время путём укрытия их в защитных сооружениях.

*Инфразвук* – область акустических колебаний с частотами ниже 16 Гц.

*Ионизирующее излучение* - любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков.

*Ионный состав воздуха* – наличие в воздухе электрически заряженных частиц (ионов).

*Искусственная ионизация воздуха* - процесс образования ионов из электрически нейтральных атомов и молекул в результате воздействия на воздушную среду ионизирующих факторов антропогенного происхождения.

*Канцерогенные вредные вещества* – вещества, способные накапливаться в организме и способствующие образованию злокачественных опухолей (раковых заболеваний).

*Катастрофа* - крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, разрушение или уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьёзному ущербу природной среды.

*Концентрация химического заражения* – количество аварийно химически опасного вещества (АХОВ), содержащееся в единице объема воздуха.

*Критический орган (ткань)* – орган (ткань), наиболее подверженный действию радиации.

*Лучевая болезнь* - общее заболевание организма, развивающееся в результате воздействия ионизирующего излучения.

*Микроклимат* – климат внутренней среды помещения, который определяется как сочетание температуры, влажности, давления и скорости движения воздуха.

*Мощность дозы* – доза, отнесенная к единице времени.

*Мутагенные вредные вещества* - вещества, вызывающие соматические и генетические (наследственные) изменения в организме.

*Напряжение прикосновения* – разность потенциалов между двумя точками электрической цепи, которых одновременно касается человек.

*Напряжение шага* – разность потенциалов между двумя точками электрической цепи, находящимися друг от друга на расстоянии шага (0,8 м).

*Напряженность труда* – характеристика трудового процесса с преобладанием нервно-эмоциональных, информационных нагрузок.

*Неотпускающий электрический ток* – ток, вызывающий непреодолимые судорожные сокращения мышц, не позволяющие пострадавшему самостоятельно высвободиться из электрической цепи.

*Обеззараживание* - уменьшение до предельно допустимых норм загрязнений и заражения территорий, объектов, воды, продовольствия, пищевого сырья радиоактивными и опасными химическими веществами.

*Огнестойкость* – способность сооружения в течение определенного времени оказывать сопротивление воздействию высоких температур при сохранении своих эксплуатационных свойств.

*Октавная полоса частот (октава)* – звуковое пространство, в котором верхняя граничная частота равна удвоенной нижней частоте; используется при частотном анализе шума и гигиеническом нормировании.

*Опасность* - явление, процесс, объект, свойства предметов, способные в определенных условиях причинить ущерб здоровью человека.

*Острое (однократное) облучение* – облучение, продолжительность которого не превышает 4 суток.

*Отравляющие вещества* – химические соединения, имеющие боевое применение в целях поражения людей, животных, заражения местности.

*Очаг химического поражения* - территория с массовыми поражениями людей, сельскохозяйственных животных или растений.

*Ощутимый электрический ток* - ток, который при прохождении через тело человека вызывает ощутимые раздражения живых тканей.

*Плотность химического заражения* - количество аварийно химически опасного вещества (АХОВ), приходящееся на единицу площади зараженной территории.

*Поглощенная доза* - характеристика количества энергии ионизирующего излучения (ИИ), переданной единице массы облучаемого вещества.

*Пороговые (детерминированные) последствия облучения* - последствия, которые выявляются, начиная с определенного значения дозы.

*Приемлемый риск* - это такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства.

*Проникающая радиация* – ионизирующее излучение, возникающее в результате ядерных реакций в момент взрыва.

*Пульсации освещенности* - колебания освещенности в результате питания искусственных источников света переменным электрическим током.

*Работоспособность* – поддержание заданного уровня деятельности в течение определенного времени.

*Радиоактивное заражение местности* – заражение радиоактивными веществами, выпавшими из облака, образованного ядерным взрывом.

*Радиопротекторы* – лекарственные препараты, повышающие устойчивость организма к воздействию радиации.

*Рецепторы* – специализированные нервные клетки, обладающие избирательной чувствительностью к воздействию определенных факторов и превращающие специфическую форму энергии любого раздражителя в нервный импульс.

*Риск* - количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, вероятность реализации опасности.

*Санитарная обработка* - очистка и мытьё кожных покровов и слизистых оболочек людей, подвергающихся заражению радиоактивными, опасными химическими и биологическими веществами, а также обеззараживание их одежды и обуви при выходе из зоны ЧС.

*Световое излучение* - поток лучистой энергии, источником которой является светящаяся область, образуемая продуктами взрыва и раскаленным воздухом.

*Сенсибилизирующие вредные вещества* – вещества, повышающие реактивную чувствительность клеток и тканей и приводящие к возникновению аллергии.

*Сенсорное восприятие* – процесс приема и первичной переработки информации посредством анализаторов человека.

*Соматические последствия облучения* - последствия, которые проявляются у облученного лица.

*Специальная обработка* – проведение обеззараживания сооружений, оборудования, техники, продуктов и т.д.

*Среда обитания* – часть окружающей среды, непосредственное окружение организма в данный момент (совокупность физических, химических, биологических, социальных факторов), оказывающее прямое или косвенное воздействие на сам организм или его потомство.

*Стохастические последствия облучения* - последствия, проявление которых не зависит от дозы облучения, а носит случайный, вероятностный характер.

*Стробоскопический эффект* - зрительная иллюзия, заключающаяся в субъективном восприятии движущихся или вращающихся объектов как непрерывного изображения.

*Терморегуляция* – совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянства температуры тела.

*Техногенный (искусственный или антропогенный) радиационный фон* – ионизирующие излучения, действующие от искусственных источников, которые появились в результате антропогенной деятельности.

*Техносфера* – искусственно преобразованное пространство планеты в результате производственной деятельности человека.

*Токсины* - вещества белковой природы бактериального, животного или растительного происхождения, обладающие поражающим действием на организм человека или животного.

*Токсическая доза (токсодоза)* – наименьшее количество аварийно химически опасного вещества (АХОВ), которое может вызвать ощутимый физиологический эффект за определенное время.

*Тяжесть труда* – характеристика трудового процесса с преобладанием мышечных усилий, значительных энергозатрат организма.

*Убежище* - защитное сооружение, в котором в течение определённого времени обеспечиваются условия для укрытия людей с целью защиты от современных средств поражения, поражающих факторов и воздействий опасных химических и радиоактивных веществ.

*Ультразвук* - акустические колебания с частотами выше 20 000 Гц.

*Утомление* - временное снижение работоспособности, связанное с длительной работой.

*Фибрилляционный электрический ток* - ток, вызывающий хаотичные сокращения сердечной мышцы.

*Хроническое (многократное) облучение* – облучение, которое длится свыше 4 суток.

*Эквивалентная доза* - характеристика биологического эффекта различных ионизирующих излучений.

*Экспозиционная доза* - характеристика ионизационного действия фотонных излучений.

*Электромагнитное поле* – особая форма материи, существующая вокруг всякой электрически заряженной частицы.

*Эмиссионные вредные факторы* – воздействие на пользователя персонального компьютера электростатических и электромагнитных полей.

*Эффективная доза* - характеристика возможных отдаленных последствий облучения ионизирующим излучением с учетом радиочувствительности отдельных органов и тканей человека.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая и др. / под общ. ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 2009.
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. — 4-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2007.
3. Феоктистова Т.Г., Феоктистова О.Г., Наумова Т.В. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА, 2007. – Ч. I, II, III.
4. Наумова Т.В. Риск как предмет философского анализа (экологические аспекты): монография. - М.: Институт МИРБИС, 2012.
5. Наумова Т.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА, 2007.
6. <http://www.rosuchpribor.ru/> (дата обращения 14.12.2012г.)

## СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. Основы безопасности жизнедеятельности.....	3
Контрольные вопросы к лекции 1 .....	9
Лекция 2. Основы физиологии труда. Негативные факторы среды обитания ....	10
Контрольные вопросы к лекции 2 .....	19
Лекция 3. Опасность ионизирующего излучения.....	20
Контрольные вопросы к лекции 3 .....	29
Лекция 4. Защита от электромагнитных полей. Безопасность труда при использовании персональных компьютеров .....	30
Контрольные вопросы к лекции 4 .....	39
Лекция 5. Обеспечение электробезопасности .....	39
Контрольные вопросы к лекции 5 .....	45
Лекция 6. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека .....	46
Обеспечение качества воздушной среды производственных помещений .....	46
Организация производственного освещения .....	54
Защита от акустических колебаний и вибраций .....	57
Контрольные вопросы к лекции 6 .....	60
Лекция 7. Чрезвычайные ситуации мирного времени.....	61
Контрольные вопросы к лекции 7 .....	71
Лекция 8. Чрезвычайные ситуации военного времени. Защита населения в чрезвычайных ситуациях.....	72
Контрольные вопросы к лекции 8 .....	78
Лекция 9. Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности .....	78
Контрольные вопросы к лекции 9 .....	84
Глоссарий.....	85
Литература .....	89

